



Universidade de Brasília  
Faculdade UnB Planaltina  
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Materiais

**Daniel da Silva Carvalho**

**Determinação do sexo a partir da densidade de cristas papilares e da contagem de albotilares em brasileiros**

Brasília/DF  
2019

Daniel da Silva Carvalho

## **Determinação do sexo a partir da densidade de cristas papilares e da contagem de albotilares em brasileiros**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Materiais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Materiais.

Universidade de Brasília  
Faculdade UnB Planaltina  
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Materiais

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Ribeiro Júnior  
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Timóteo de Sousa Júnior

Brasília  
Nov / 2019

CC331d Carvalho, Daniel da Silva  
Determinação do sexo a partir da densidade de cristas papilares e da contagem de albotilares em brasileiros / Daniel da Silva Carvalho; orientador Luiz Antônio Ribeiro Júnior; co-orientador Rafael Timóteo de Sousa Júnior. -- Brasília, 2019.  
146 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciência de Materiais)  
-- Universidade de Brasília, 2019.

1. Densidade de linhas papilares. 2. Impressão digital.  
3. Diferença de sexo. 4. Teorema de Bayes. 5. Papiloscopia.  
I. Ribeiro Júnior, Luiz Antônio, orient. II. Sousa Júnior, Rafael Timóteo de, co-orient. III. Título.

Daniel da Silva Carvalho

## **Determinação do sexo a partir da densidade de cristas papilares e da contagem de albotilares em brasileiros**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Materiais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Materiais.

Trabalho aprovado. Brasília, 25 de novembro de 2019.

---

**Prof. Dr. Luiz Antônio Ribeiro Júnior**  
Orientador

---

**Prof. Dr. Rafael Timóteo de Sousa Júnior**  
Coorientador

---

**Prof. Dr. Bernhard Georg Enders Neto**  
(Membro Interno - FUP / UnB)

---

**Prof. Dr. Guilherme Souza Rodrigues**  
Membro Externo – IE / UnB

Brasília  
Nov / 2019

Dedico este trabalho a duas pessoas. A primeira, configura-se na mulher mais otimista, positiva e parceira que eu poderia ter conhecido na vida: Elizabeth, minha adorável esposa. A segunda, mostrou-me o real significado da palavra amor: Ezequiel, meu filho.

## Agradecimentos

Aos meus pais que, a despeito de todas as limitações que lhes foram impostas, permaneceram firmes no propósito de incentivar seus filhos a sempre estudar um pouco mais.

Aos servidores da Polícia Federal Marcos Martinho Viana de Alecrim, Alessandro Mendes Soares Evangelista, Clauber Franco Miranda, Bernardo José Lobo, Marcelo Ortega Amaral, Judeni Elias Carneiro e Valdivino José de Vasconcelos. Sem a intervenção direta destes, certamente esta pesquisa não teria ocorrido. É devido ao empenho de pessoas como vocês que nós da Polícia Federal altivamente cantamos em nosso hino: “Orgulhosos de ser federais”.

À disponibilidade e empenho dos seguintes servidores da Universidade de Brasília: Aristides Alvares Dourado Júnior, Kirla de Lima Nakayama Correa, Pedro Henrique de Oliveira Neto, Willian Ferreira da Cunha, Luiz Antônio Ribeiro Júnior e Rafael Timóteo de Sousa Júnior.

Ao Instituto Nacional de Identificação da Polícia Federal pelo fomento a projetos que elevam cada vez mais o caráter técnico-científico da papiloscopia, aprimorando – mesmo que sem o devido reconhecimento institucional – a persecução penal do país.

Aos incansáveis Papiloscopistas Policiais Federais que por meio de seus laudos formalizam a individualização inequívoca de pessoas, assegurando direitos precípuos e promovendo a dignidade da pessoa humana.

Ao ser supremo que, apesar de todas as dúvidas que eu possa ter a Seu respeito, sempre esteve presente em minha jornada.

## Resumo

A credibilidade das impressões digitais como marcadores biométricos de identidade tem sido uma constante desde os primórdios da humanidade, tal fato se baseia em importantes características das impressões digitais: estabilidade após o desenvolvimento completo, fácil classificação dos padrões de desenhos, coleta não invasiva e singularidade ao longo da vida de um indivíduo. Neste estudo, foram mensuradas e analisadas estatisticamente a densidade de cristas (ou linhas) de três áreas diferentes - ulnar, radial e proximal - das dez impressões digitais de 100 homens e de 100 mulheres brasileiros. Sobre as mesmas impressões digitais, efetuou-se a contagem de linhas brancas (albodatilares). O principal objetivo deste estudo foi verificar se estas características dependiam do sexo a ponto de permitir distingui-lo categoricamente. Variabilidade significativa foi encontrada entre as áreas. As mulheres apresentaram densidade de linhas significativamente maior nas três áreas para todos os dedos. A contagem de linhas brancas também foi superior nas mulheres. Padrões similares de densidades foram encontrados para as áreas ulnar e radial, sendo essas mais densas que as proximais, para ambos os sexos. Homens e mulheres apresentaram diferenças estatisticamente significantes em suas mãos e dedos, o mesmo não ocorrendo para o tipo fundamental. A partir da densidade de linhas e da contagem de linha branca, foram desenvolvidos limiares para discriminação sexual em casos de identificação humana no Brasil.

**Palavras-chaves:** densidade de linhas; contagem de linha branca; impressão digital; diferença de sexo; limiar; teorema de bayes.

## Abstract

The credibility of fingerprints as biometric markers of identity has been a constant since the dawn of humanity and it is based on important features of fingerprints: stability after full development, easy classification of design patterns, noninvasive collection and uniqueness throughout an individual's lifetime. In this study, the ridge density from three different areas - ulnar, radial and proximal - of the ten fingerprints of 100 Brazilian men and 100 women were measured and statistically analyzed. On the same fingerprints, white lines (albedatillary) were counted. The goal of this study was to verify if these characteristics depended on sex in order to distinguish it categorically. Significant variability was found between the areas. Women showed significantly higher ridge density in the three areas for all finger. The white line count also was higher in women. Similar patterns of densities were found with the ulnar and radial areas being denser than proximal ones, for both sexes. Men and women have statistically significant differences in their hands and fingers, but not for the ridge pattern. From ridge density and white line count were develop thresholds for sex discrimination in brazilian human identification cases.

**Keywords:** ridge density; white line count; fingerprint; sex difference; threshold; Bayes theorem.



# Índice de Ilustrações

Figura 1. Desenho digital. Reproduzido do Caderno didático "Papiloscopia Forense" da Academia Nacional de Polícia. ANP, 2019 - Polícia Federal, página 43 [4].	18
Figura 2. Diagrama da interface derme-epiderme. Reproduzido, com alterações, de UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE. "The Fingerprint Sourcebook". CreateSpace, 2014, página 2-22 [3].	19
Figura 3. Falanges distais, médias e proximais.	21
Figura 4. Individual datiloscópica. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina "Investigação Policial - Polícia Judiciária", Polícia Federal, página 171 [18].	23
Figura 5. Entintamento da epiderme que recobre a falange distal dos dedos das mãos. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina "Papiloscopia Forense", Polícia Federal, página 92 [4].	24
Figura 6. Coleta rolada da impressão digital. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina "Papiloscopia Forense", Polícia Federal, página 92 [4].	25
Figura 7. a) Notebook. b) Leitor biométrico. Sistema Integrado de Digitalização in vivo de impressões digitais. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina "Papiloscopia Forense", Polícia Federal, página 94 [4].	25
Figura 8. As três áreas eleitas pela literatura para aferição da característica RD, para uma impressão digital da mão direita.	29
Figura 9. Impressão digital com três linhas brancas (ou albotilares) destacadas em verde.	30
Figura 10. Arquivo físico do Instituto Nacional de Identificação - INI/PF.	35
Figura 11. Segregação de individual datiloscópica do respectivo lote no arquivo físico do INI/PF.	35
Figura 12. Divisão Regional do Brasil.	36
Figura 13. Distribuição da densidade de linhas, para a área ulnar da amostra de impressões digitais de brasileiros.	38
Figura 14. Encontrando o Z para o nível de confiança de 95%. Reproduzido de Triola 2017, página 324 [61].	40
Figura 15. Distribuição amostral de diferenças entre médias como uma distribuição de probabilidade.	46
Figura 16. Nível de significância $\alpha = 0,05$ .	47
Figura 17. Numeração dos dez dedos e, em vermelho, localização das áreas de contagem no dedo.	61
Figura 18. a) Representação de um datilograma processado pelo algoritmo marca_areas.py. b) Representação do datilograma ampliada cinco vezes, destacando a diagonal sobre a qual é mensurada a característica RD. Para a área em destaque, a RD foi 16 linhas/25mm <sup>2</sup> .	62
Figura 19. Distribuição da RD Ulnar da amostra de 200 brasileiros. O azul se refere aos dados de homens; amarelo, às mulheres; e a interseção é apresentada em verde.	64
Figura 20. Gráfico de caixa para as RDs ulnar, radial e proximal.	66
Figura 21. Sentido do crescimento da RD Distal, em ambas as mãos: polegar, indicador, médio, mínimo e anular.	78
Figura 22. RD distal por mão, dedo e sexo.	80
Figura 23. Gráfico de caixa da RD Proximal por região geográfica.	84
Figura 24. Teorema de Bayes para o cálculo da probabilidade a posteriori do sexo masculino, a partir de uma dada RD.	88

Figura 25. Distribuição das probabilidades $P(C RD)$ e $P(C^1 RD)$ para a área radial. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.....	90
Figura 26. Distribuição das probabilidades favoráveis $P(C RD)$ e $P(C^1 RD)$ para a área proximal. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.....	91
Figura 27. Média das RDs por mão, dedo e sexo. ....	91
Figura 28. Distribuição das probabilidades $P(C RD)$ e $P(C^1 RD)$ para a RD distal. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.....	93
Figura 29. Distribuição das probabilidades $P(C WLC)$ e $P(C^1 WLC)$ para a WLC. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.....	95

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Subdivisão da papiloscopia.....	20
Tabela 2. Distribuição Regional das Individuais Datiloscópicas segregadas para a pesquisa.....	36
Tabela 3. Valores críticos mais comuns para o escore z.....	40
Tabela 4. Cálculo da estatística de teste para uma amostra única.....	49
Tabela 5. Cálculo da estatística de teste para duas proporções populacionais.....	50
Tabela 6. Cálculo da estatística de teste para duas médias populacionais, com e sem o conhecimento dos desvios padrão.....	51
Tabela 7. Cálculo da estatística de teste para amostras dependentes.....	51
Tabela 8. Cálculo da razão F e da estatística de teste DHS Tukey.....	53
Tabela 9. Tipos Fundamentais.....	59
Tabela 10. Contagem de linhas sobre a bifurcação, o lago e o ponto.....	59
Tabela 11, Resultados do teste Shapiro-Wilk sobre diferentes amostras.....	65
Tabela 12. Tamanhos das amostras e os respectivos erros.....	65
Tabela 13. RDs e WLC da amostra estudada.....	66
Tabela 14. Teste DHS Tukey das RDs de cada uma das três áreas das impressões digitais.....	67
Tabela 15. Tipo de resultado por filtro e/ou característica associado à respectiva seção.....	69
Tabela 16. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de brasileiros, por sexo.....	70
Tabela 17. Teste t de Student das características RDs e WLC com relação ao sexo.....	71
Tabela 18. Estatística descritiva da RD e WLC de acordo com o sexo nas diferentes populações.....	72
Tabela 19. Teste t de Student das características RDs e WLC com relação à mão.....	73
Tabela 20. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de impressões digitais de brasileiros, por mão.....	73
Tabela 21. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de brasileiros, por sexo e mão, e os testes t de Student.....	74
Tabela 22. Teste ANOVA para a variação das RDs e WLC com relação ao dedo.....	74
Tabela 23. Teste DHS Tukey da RD distal e RD proximal com relação ao dedo. Quando p-valor < 0,05, registrou-se a diferença estatisticamente significativa com um “Sim”; quando o p-valor > 0,05, registrou a não diferença com um “Não”; quando $0,01 < p\text{-valor} < 0,05$ , além do “Sim” para marcar que a diferença foi estatisticamente significante (0,05), pintou-se a célula de amarelo para evidenciar que estas diferenças não ocorreriam para o nível de significância de 0,01.....	75
Tabela 24. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de impressões digitais de brasileiros, por dedo.....	77
Tabela 25. Estatística descritiva das RDs Distal e Proximal com relação ao dedo, por sexo.....	79
Tabela 26 Teste DHS Tukey da RD Distal e RD Proximal com relação ao dedo e ao sexo. Quando o p-valor < 0,05, registrou-se a diferença estatisticamente significativa com um “Sim”; quando o p-valor > 0,05, registrou a não diferença com um “Não”; quando $0,01 < p\text{-valor} < 0,05$ , além do “Sim” para marcar que a diferença foi estatisticamente significante (0,05), pintou-se a célula de amarelo para evidenciar que estas diferenças não ocorreriam para o nível de significância de 0,01.....	81
Tabela 27. Teste ANOVA para a variação das RDs e WLC com relação à região geográfica.....	82
Tabela 28. Teste DHS Tukey com as diferenças estatisticamente significativas, por região geográfica.....	83

Tabela 29. Distribuição percentual do tipo fundamental da amostra analisada, por sexo.....	84
Tabela 30. Distribuição de frequência do tipo fundamental da amostra analisada, por dedo e por sexo.....	85
Tabela 31. Estatística descritiva das RDs e WLC por tipo fundamental. ....	86
Tabela 32. Frequência de distribuição das médias das RDs nas áreas radial, ulnar e proximal....	87
Tabela 33. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a área ulnar. ....	89
Tabela 34. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a área radial. ....	89
Tabela 35. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a área proximal....	90
Tabela 36. Frequência de distribuição das médias da RD distal. ....	92
Tabela 37. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a RD distal.....	93
Tabela 38. Frequência de distribuição da média da WLC da amostra de impressões digitais de brasileiros .....	93
Tabela 39. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a WLC. ....	94

## Índice de Equações

Equação 1. Expressão matemática para o cálculo da margem de erro para proporções, onde E é a margem de erro, $p$ a proporção amostral observada, $n$ o tamanho da amostra, $q$ proporção amostral não observada, $Z_{\alpha/2}$ o escore $z$ que separa uma área de $\alpha/2$ na cauda direita da distribuição normal-padrão. ....	41
Equação 2. Expressão matemática para o cálculo do tamanho da amostra para se estimar a proporção populacional, com $p$ e $q$ valendo 0,5. ....	41
Equação 3. Expressão matemática para o cálculo da margem de erro para médias, onde E é a margem de erro, $t$ ( $\alpha/2$ ) o valor crítico da distribuição $t$ , $s$ o desvio-padrão amostral e $n - 1$ o tamanho da amostra adaptado para reduzir o viés do desvio-padrão amostral. ....	43
Equação 4. Expressão matemática para o cálculo do tamanho da amostra para se estimar a média populacional. ....	43
Equação 5. Estatística de teste para proporção. ....	49
Equação 6. Estatística de teste para média com desvio padrão desconhecido. ....	49
Equação 7. Estatística de teste para média com desvio padrão conhecido. ....	49
Equação 8. Estatística de teste para o desvio padrão ou variância. ....	49
Equação 9. Proporção amostral combinada. ....	50
Equação 10. Estatística de teste para duas proporções populacionais independentes. ....	50
Equação 11. Estatística de teste para duas médias populacionais, com o desvio padrão desconhecido. ....	51
Equação 12. Estatística de teste para duas médias populacionais, com o desvio padrão conhecido. ....	51
Equação 13. Estatística de teste para duas médias dependentes. ....	51
Equação 14. Razão F. ....	53
Equação 15. Teste DHS Tukey. ....	53
Equação 16. Estatística de Teste qui-quadrado de Pearson. ....	54
Equação 17. Teorema de Bayes. ....	54
Equação 18. Probabilidade de ocorrência de $C_i$ , supondo-se a ocorrência de A [62]. ....	55
Equação 19. Cálculo da razão de verossimilhança – LR para a RD. ....	63
Equação 20. Cálculo da razão de verossimilhança – LR para a WLC. ....	63
Equação 21. Teorema de Bayes para o cálculo da probabilidade favorável de ser homem, a partir de uma dada RD. ....	63

## Lista de abreviaturas e siglas

AFIS – Sistema Automatizado de Impressões Digitais

ANOVA – Análise da variância

ANP – Academia Nacional de Polícia

CEP – Comitê de ética em pesquisa

CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

DPI – *Dots per inch*

FBI – Departamento Federal de Investigação Norte Americano

FS – Faculdade de saúde

IC – Intervalo de confiança

ILSS – *Integrated Live Scan System*

INI – Instituto Nacional de Identificação

NBIS – NIST *Biometric Image Software*

NIST – Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia Norte Americano

PF – Polícia Federal

RD – Densidade de linhas

RF – Registro Federal

SINIC – Sistema Nacional de Informações Criminais

UnB – Universidade de Brasília

WLC – Contagem de linhas brancas (albodatiloscópicas)

# Sumário

1. Introdução	16
1.1. As Impressões Digitais: Uma visão geral	16
1.2. A Coleta das Impressões Digitais na PF	22
1.3. Muito além da identidade	26
1.3.1. Densidade de linhas - RD	28
1.3.2. Contagem de linhas brancas - WLC	29
1.4. Esboço da Dissertação	31
2. Teoria e Metodologia	32
2.1. O Banco de Dados	32
2.2. Métodos Estatísticos	36
2.2.1. Tamanho da amostra e curva normal	37
2.2.2. Testes de hipóteses	44
2.2.3. Testes de hipóteses a partir de duas amostras	50
2.2.4. Análise da Variância (ANOVA) e Tukey	52
2.2.5. Qui-quadrado de Pearson	53
2.2.6. Teorema de Bayes	54
2.3. Ferramentas Computacionais	55
2.3.1. Algoritmos em Python	56
2.3.2. Algoritmos em “R”	57
2.4. Procedimentos	57
3. Resultados e discussões	64
3.1. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e o sexo	70
3.1.1. Comparação com outras populações	71
3.2. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre as mãos	72
3.2.1. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre as mãos, por sexo	73
3.3. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre os dedos	74
3.3.1. Densidade Distais e Proximais de Linhas e as diferenças entre os dedos, por sexo	78
3.4. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e a origem do doador da impressão digital	82
3.5. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e o Tipo Fundamental da impressão digital	84
3.6. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e os limiares de distinção de sexo	87

4. Conclusões	96
Referências	98
Apêndice I [70]	103
Tabela A. Distribuição normal padrão com probabilidades associadas na cauda superior. $P(Z_{\text{cal}} > Z_c) = \alpha$ .	103
Tabela B. Distribuição t de Student. $P(T_{\text{cal}} > t_c) = \alpha$ .	104
Tabela C. Distribuição Qui-quadrado. $P(\chi^2_{\text{cal}} \text{ com } g \text{ graus de liberdade} > \chi^2_c) = \alpha$ .	105
Tabela D. Distribuição F. $P(F_{\text{cal}} > F_c) = 0,05$ .	106
Apêndice II	107
Algoritmos em Python	107
explode_nist.py	107
marca_areas.py	109
Algoritmos em R	113
Apêndice III	137
Tabela E. Teste DHS Tukey por dedo para as RDs e WLC.	137
Tabela F. Teste DHS Tukey por região geográfica para as RDs e WLC.	143
Tabela G. Teste DHS Tukey por Tipo Fundamental para as RDs e WLC.	145



# 1. Introdução

## 1.1. As Impressões Digitais: Uma visão geral

O emprego das impressões digitais é bastante difundido na autenticação e na identificação de pessoas [1]. Sob o aspecto cultural, a população brasileira, em geral, não demonstra resistência à aposição da impressão digital em equipamentos e sensores como condição para ingressar centros comerciais, academias, retirar documentos, dentre outras atividades da vida cotidiana. Mesmo sem perceber, diariamente, os brasileiros atestam a viabilidade da utilização desta biometria<sup>1</sup> na individualização de pessoas.

A credibilidade das impressões digitais como marcadores de identidade não é algo recente; pelo contrário, tal atributo tem sido uma constante desde os primórdios da humanidade [2]. Existem evidências históricas, em diferentes partes do mundo, que indicam que elas vêm sendo, de alguma forma, utilizadas como método de identidade a milhares de anos.

Os primeiros utensílios de barro com impressões digitais apostas foram localizados na região noroeste da China e remontam a cerca de 6.000 anos; contudo, não se sabe se elas foram depositadas por acidente ou com um propósito específico [3]. Há, também, registros de que impressões digitais foram descobertas em múmias no Egito, bem como em outros artefatos da mesopotâmia e em desenhos de cavernas na Nova Escócia. Esculturas pré-históricas de impressões digitais foram observadas na França e impressões digitais também foram descobertas em antigos vasos quebrados na Palestina [2].

Os chineses foram a primeira cultura conhecida por ter usado impressões papilares como prova da identidade (300 a.C.). No Japão e nos Estados Unidos há registros similares, respectivamente, em 702 d.C. e em 1902 [3]. No Brasil, apesar da existência de algumas iniciativas isoladas remontarem a 1901 [4], foi o Decreto nº 4764, de 05 de fevereiro de 1903, que oficializou a utilização das impressões digitais como método individualizador de pessoas no país.

---

<sup>1</sup> Biometria é um termo com origem grega, em que “bio” significa vida e “metria”, medida. Assim sendo, biometria é a ciência de reconhecimento de pessoas com base em suas características Fisiológicas (tais como: impressões digitais, íris, face, retina, geometria da mão, DNA) ou comportamentais (atividades mecânicas executadas de maneira particular por cada indivíduo: assinatura, digitação, marcha). É uma área multidisciplinar que usa traços biológicos para reconhecimento de pessoas [16] [71].

A papiloscopia - ciência que estuda a identificação humana por meio da comparação de peculiaridades presentes nas cristas de fricção (ranhuras) que se manifestam na pele espessa [5], originadas a partir das papilas dérmicas<sup>2</sup> - fundamenta-se em princípios que, em última análise, são a base teórica sobre a qual é possível se construir tecnologias que individualizam e reconhecem pessoas por meio das impressões papilares. Os princípios da papiloscopia são [4]:

- a) Perenidade: é a propriedade que têm os desenhos papilares de se manifestarem definidos desde a vida intrauterina até a putrefação cadavérica;
- b) Imutabilidade: é a propriedade que têm os desenhos papilares de não mudarem a forma original, desde o seu surgimento até a decomposição cadavérica, exceto se acometidos por uma cicatriz permanente;
- c) Variabilidade: é a propriedade que têm os desenhos papilares de não se repetirem, variando, portanto, de região para região papilar e de pessoa para pessoa.

À luz dos referidos princípios, é possível afirmar que não há dois dedos que registrem impressões idênticas e que o desenho papilar observado em um dos dedos de um recém-nascido permanecerá o mesmo ao longo de toda a sua vida, mesmo que este indivíduo permaneça vivo por muitos anos. Sobre este aspecto, contudo, cabe registrar que a única diferença será o aumento do tamanho do desenho - proporcional ao desenvolvimento corpóreo individual -, como se fosse uma ampliação fotográfica isotrópica.

É esmagadora a probabilidade matemática de que nunca serão achados dois dedos com impressões idênticas [6], por isso que as impressões digitais são adequadas como marcadores de longo prazo da identidade humana [7]. Nessa linha, uma das maiores referências quando o assunto são as impressões digitais – Francis Galton -, estimou que a possibilidade de uma impressão digital coincidir com outra é menor que uma em 64 bilhões [8].

Na prática, as impressões papilares perduram para além da vida, a depender das condições do cadáver. Diversos são os casos concretos em que o método papiloscópico foi utilizado para identificar vítimas mortas a vários dias<sup>3</sup> [9] [10] [11], sendo este classificado

---

<sup>2</sup> Pequenas saliências de natureza neurovascular, situadas na parte externa (superficial) da derme, estando os seus ápices reproduzidos pelos relevos observáveis na epiderme [4].

<sup>3</sup> O ramo da papiloscopia que opera no *pós mortem* é denominado necropapiloscopia [4].

pela Organização Internacional de Policial Criminal (Interpol, do inglês: *The International Criminal Police Organization*) como um método primário de identificação e, portanto, mais confiável para a identificação de vítimas de desastres de massa [11]. Um exemplo recente da efetividade da técnica no *pós mortem* foi a identificação das vítimas no desastre de massa de Brumadinho<sup>4</sup>. Dos 161 corpos identificados nos primeiros 19 dias que sucederam a tragédia, 151 foram através dos exames papiloscópicos [12].

A morfogênese das cristas e vales papilares se inicia nas primeiras semanas do período gestacional. A maior parte do desenvolvimento dessas estruturas ocorre entre as semanas 11 e 20, sendo que o desenvolvimento total da derme restará finalizado por volta da 24<sup>a</sup> semana gestacional [13] [14].

O padrão de linhas observado nos dedos, nas palmas das mãos e nas solas dos pés é uma imagem projetada da forma e estrutura da última camada da derme, denominada camada papilar. A Figura 1 evidencia em detalhes tais desenhos sobre a epiderme que recobre a falange distal do dedo de uma pessoa. Como o desenho se encontra sobre o dedo da mão de uma pessoa, este é denominado desenho digital.



Figura 1. Desenho digital. Reproduzido do Caderno didático "Papiloscopia Forense" da Academia Nacional de Polícia. ANP, 2019 - Polícia Federal, página 43 [4].

Postula-se que a função dessas estruturas é aumentar a aderência; contudo, indiretamente, apresentam outra funcionalidade [13]. Os desenhos apresentam

---

<sup>4</sup> Em 25 de janeiro de 2019 ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos de mineração localizada no município brasileiro de Brumadinho, localizado a 65 Km de Belo Horizonte, em Minas Gerais.

características peculiares que permitem a individualização do indivíduo que os possuem. As cristas de fricção (linhas) geram padrões que podem ser decalcados sobre um suporte e registrados em bancos de dados periciais, o que, posteriormente, permite o confronto com vestígios similares questionados (desconhecidos) de indivíduos vivos ou mesmo de cadáveres preservados [15].

A camada papilar é um tecido conjuntivo contendo fibrilas de ancoragem e numerosas células dérmicas que aumentam a área superficial na interface com a epiderme, proporcionando melhor adesão desta com a derme [3]. As papilas dérmicas se originam em fila dupla e definem a forma da linha de fricção epidérmica, conforme ilustra a Figura 2.

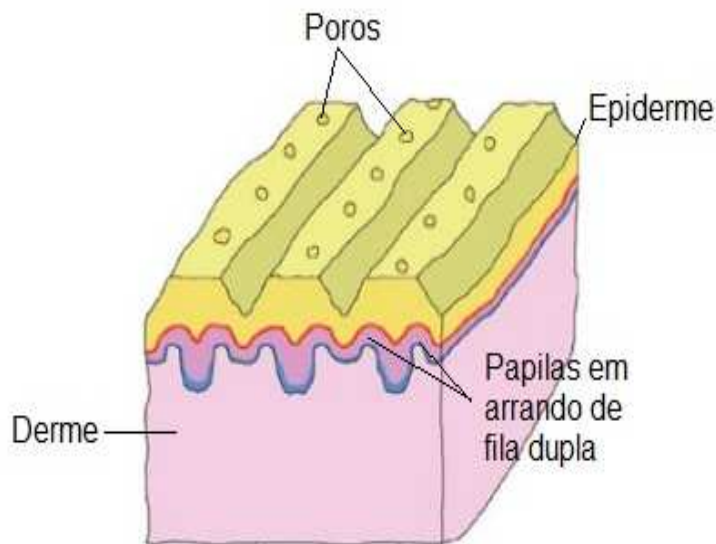


Figura 2. Diagrama da interface derme-epiderme. Reproduzido, com alterações, de UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE. "The Fingerprint Sourcebook". CreateSpace, 2014, página 2-22 [3].




A impressão papilar, por sua vez, refere-se à imagem especularmente transferida para um suporte que eventualmente entrou em contato com os resíduos excretados pelas cristas papilares de fricção (desenhos) existentes na epiderme dos seres humanos. Caso estes resíduos deixem marcas visíveis, serão classificados como impressões papilares visíveis; caso contrário, receberão a denominação de impressões papilares latentes. Sobre estas, há uma enorme quantidade de técnicas para revelação da impressão papilar, configurando toda uma área de extrema importância para a perícia criminal, mas que foge do escopo da presente pesquisa.

É comum o entintamento de tais cristas papilares para transferência do desenho digital para um suporte de papel, decalcando a impressão papilar. Este procedimento será

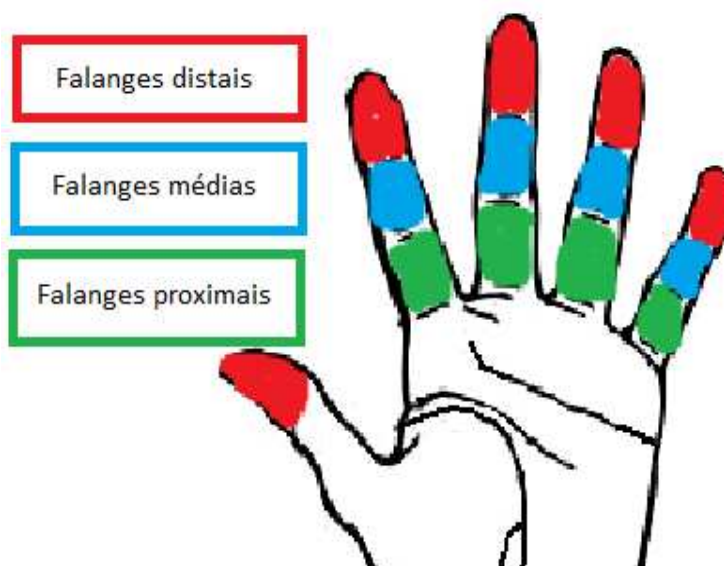
cuidadosamente descrito na próxima seção. Cabe registrar, ainda, que a depender da superfície da pele transferidora dos desenhos, as marcas serão denominadas: impressão digital (dedos das mãos), impressão palmar (palmas das mãos) e impressão plantar (plantas dos pés).

Pautando-se por essas diferentes superfícies geradores, a papiloscopia subdivide-se em três: datiloscopia (dedos), quiroscopia (palma da mão) e podoscopia (planta dos pés). Quando o foco de pesquisa são as papilas dérmicas digitais, trata-se de matéria de estudo da datiloscopia; quando a atenção se volta para as papilas dérmicas palmares, tem-se a quiroscopia; e, finalmente, a podoscopia se relaciona às ranhuras presentes nas plantas dos pés. A Tabela 1 resume essa divisão.

*Tabela 1. Subdivisão da papiloscopia.*

<b>Datiloscopia</b>	<b>Quiroscopia</b>	<b>Podoscopia</b>
É o método de identificação humana por meio das impressões digitais. São consideradas impressões digitais aquelas produzidas pelas duas partes (falanges) dos dedos polegares e pelas três partes nos demais dedos das mãos.	É o método de identificação humana por meio das impressões palmares. São consideradas impressões palmares aquelas compreendidas entre a dobra do bracelete e a dobra da primeira falange.	É o método de identificação humana por meio das impressões plantares. São consideradas impressões plantares aquelas deixadas pelos dedos dos pés até a região dos calcânhares (sola do pé).
 Datiloscopia	 Dobra da primeira falange Dobras do bracelete	 Podoscopia
Desenhos digitais	Desenhos palmares.	Desenhos plantares.

Este trabalho se deterá à datiloscopia, mais precisamente às características das impressões digitais deixadas pela epiderme que recobre as falanges distais dos dedos das mãos humanas. A Figura 3 discrimina, em vermelho, as regiões a partir das quais foram geradas as impressões digitais objeto de estudo neste trabalho.



*Figura 3. Falanges distais, médias e proximais.*

Objetivando identificar o cidadão brasileiro em suas relações com a sociedade e com os órgãos e entidades governamentais e privados, o governo brasileiro editou a Lei 13.444 (vulgarmente conhecida como lei da identificação civil), de 11 de maio de 2017, que prevê as situações de utilização de bases de dados biométricas, inclusive disciplinando a interoperabilidade entre elas. Cabe registrar que as impressões digitais representam a principal característica biométrica dessas bases [16], o que, inevitavelmente, deixa em destaque o papel da papiloscopia.

A importância desses bancos de impressões digitais é a possibilidade de utilizá-las como padrão de comparação em situações em que são necessários confrontos com impressões digitais (ou fragmentos destas) questionadas. As autoridades governamentais, por exemplo, utilizam a base de dados sob sua guarda (provenientes do passaporte, título de eleitor, carteira de identidade, identificação criminal, entre outros) para compararem com as impressões questionadas que chegam a elas pelas mais diversas vias (vestígios de locais de crimes, desastres de massa, controle de fronteiras, acesso a benefícios sociais ou a sistemas informatizados, entre outros).

Assim, por meio de uma marca biométrica facilmente coletada por sensores eficientes e de baixo custo, não invasiva, com mínima intervenção do operador e com alto desempenho [16] [11], as impressões digitais, os órgãos públicos brasileiros têm condições de individualizar as pessoas inequivocamente, respondendo com assertividade a diversas situações da vida em sociedade.

Cabe registrar, entretanto, que no Brasil ainda não há um nível mínimo de integração entre as diversas bases de dados de impressões digitais [17], apesar da existência de expressa previsão legal nesse sentido (lei 13.444, de 11 de maio de 2017). Entraves legislativos, políticos, financeiros e tecnológicos retardam esta interligação, prejudicando sobremaneira a individualização de pessoas, conseqüentemente, acumulando prejuízos e atrasos ao desenvolvimento do país.

A próxima seção apresentará a metodologia de coleta de impressões digitais vigente na Polícia Federal - PF, seja pelo método da tinta, seja por meio de leitores biométricos. Muitos termos técnicos com informações afetas à PF serão definidos com o objetivo de familiarizar o leitor com o jargão peculiar da área.

## 1.2. A Coleta das Impressões Digitais na PF

A planilha datiloscópica é o formulário que se propõe a organizar as impressões digitais coletadas dos dez dedos do cidadão. Da esquerda para a direita, há campos destinados à coleta rolada<sup>5</sup> do polegar, indicador, médio, anular e mínimo, nesta ordem; primeiro da mão direita, depois da mão esquerda. Também há campos próprios destinados às impressões batidas dos dez dedos. Há, ainda, itens reservados ao registro dos dados demográficos de quem as impressões digitais foram coletadas.

Após a coleta das impressões digitais (roladas e batidas) e dos dados qualitativos, a Planilha datiloscópica passa a ser denominada de individual datiloscópica, pois as informações biométricas e qualificativas nela consignadas possibilitam a individualização de uma pessoa.

A Figura 4 mostra um exemplo de individual datiloscópica proveniente dos estudos de Juan Vucetich Kovacetich<sup>6</sup> e que foi aprimorada pelo Instituto Nacional de Identificação - INI/PF [4].

---

<sup>5</sup> Há duas maneiras práticas para se coletar a impressão digital de pessoas: batida e rolada. Na modalidade batida, pousa-se o dedo que terá a impressão digital coletada no dispositivo de coleta, deixando a polpa digital paralela ao dispositivo. Na modalidade rolada, inicia-se a coleta com o dedo inclinado com relação ao dispositivo de coleta, encostando-se inicialmente a lateral da unha e rolando-se o dedo de forma a permitir o contato de todo o desenho digital com o dispositivo até o outro lado da unha tocar o dispositivo.

<sup>6</sup> Funcionário do departamento central de polícia de Buenos Aires, Argentina. Criou um método de pesquisar e classificar as impressões digitais na identificação de pessoas que se espalhou por vários países da América do Sul, inclusive o Brasil.

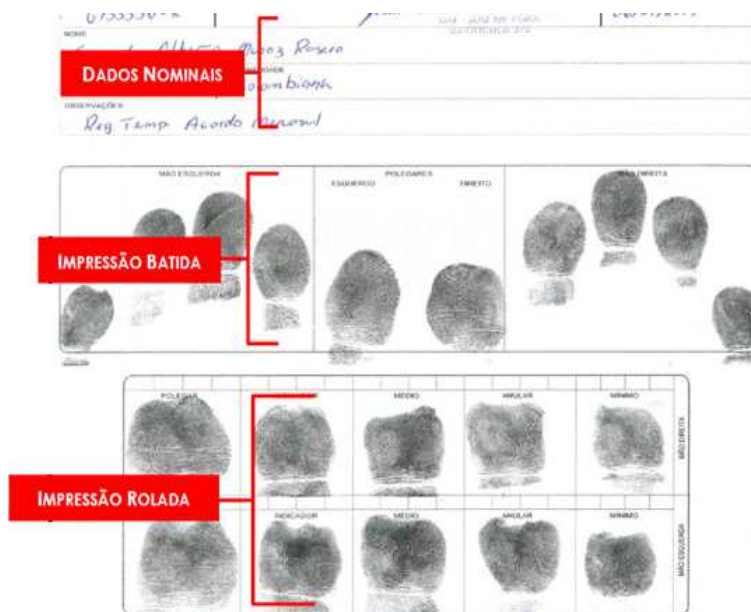


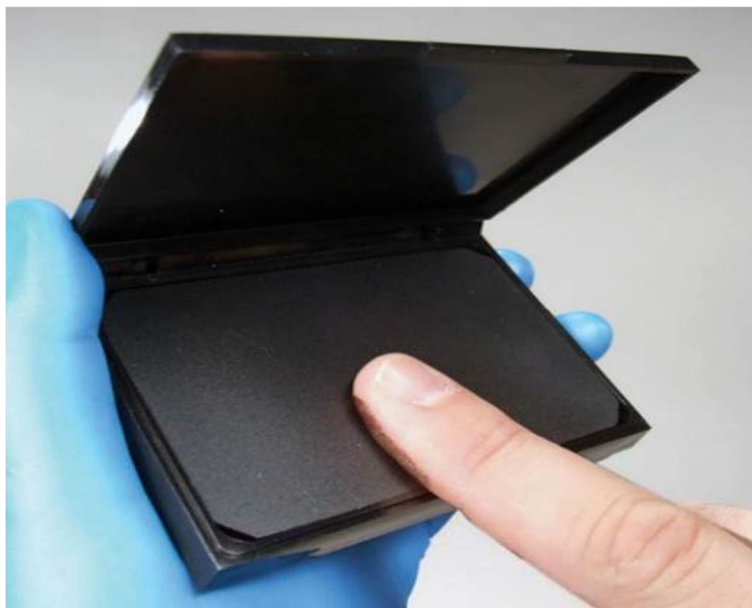
Figura 4. Individual datiloscópica. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina “Investigação Policial - Polícia Judiciária”, Polícia Federal, página 171 [18].

A pessoa a ser submetida à coleta das impressões digitais deve estar com as mãos limpas e secas, já que eventuais contaminantes podem interferir na qualidade do datilograma<sup>7</sup> coletado. Se os dedos estiverem muito secos, um creme hidratante para as mãos é aplicado, com moderação, para umedecê-los. Se os dedos estiverem muito úmidos, deve-se secá-los individualmente ou, em caso de umidade excessiva, deve-se limpá-los com um pano com álcool e secá-los [4].

Após preencher os campos destinados aos dados qualificativos do doador das impressões digitais na planilha datiloscópica, o responsável pela coleta utiliza uma fina camada de tinta para entintar a epiderme das falanges distais dos dez dedos das mãos. Recomenda-se entintar inicialmente os dedos da mão direita e, logo em seguida, os dedos da mão esquerda, do polegar ao mínimo, conforme ilustra a Figura 5.

<sup>7</sup> Termo técnico empregado como sinônimo de impressão digital.





*Figura 5. Entintamento da epiderme que recobre a falange distal dos dedos das mãos. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina “Papiloscopia Forense”, Polícia Federal, página 92 [4].*

Dobrar a planilha datiloscópica na linha que separa os campos denominados à “mão direita” e à “mão esquerda”, melhora a dinâmica operacional da coleta dos datilogramas, facilitando a acomodação da planilha datiloscópica sobre a prancheta<sup>8</sup>. O identificador firma os dedos do identificado e inicia, então, a coleta rolada do datilograma, pousando um dos bordos do dedo sobre a planilha, próximo à área lateral da unha, e rolando o dedo uma única vez até atingir a outra lateral da unha. A operação é executada para todos os dez dedos, iniciando o procedimento com os dedos da mão direita (Figura 6).

---

<sup>8</sup> Prancheta é um pedaço de madeira ou de plástico com dimensões apropriadas a apoiar a Planilha datiloscópica no momento da coleta das impressões digitais, facilitando tanto a coleta rolada como a batida.



Figura 6. Coleta rolada da impressão digital. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina “Papiloscopia Forense”, Polícia Federal, página 92 [4].

Também se coleta as impressões digitais batidas (ou de controle). Para tanto, pressiona-se os quatro dedos (indicador ao mínimo), lado a lado e simultaneamente, sobre a planilha datiloscópica. Após executar o mesmo procedimento para a outra mão, coleta-se as impressões dos polegares, pousando-os paralelamente sobre o suporte. A Figura 7 ilustra a coleta batida sendo executada em um leitor digital.

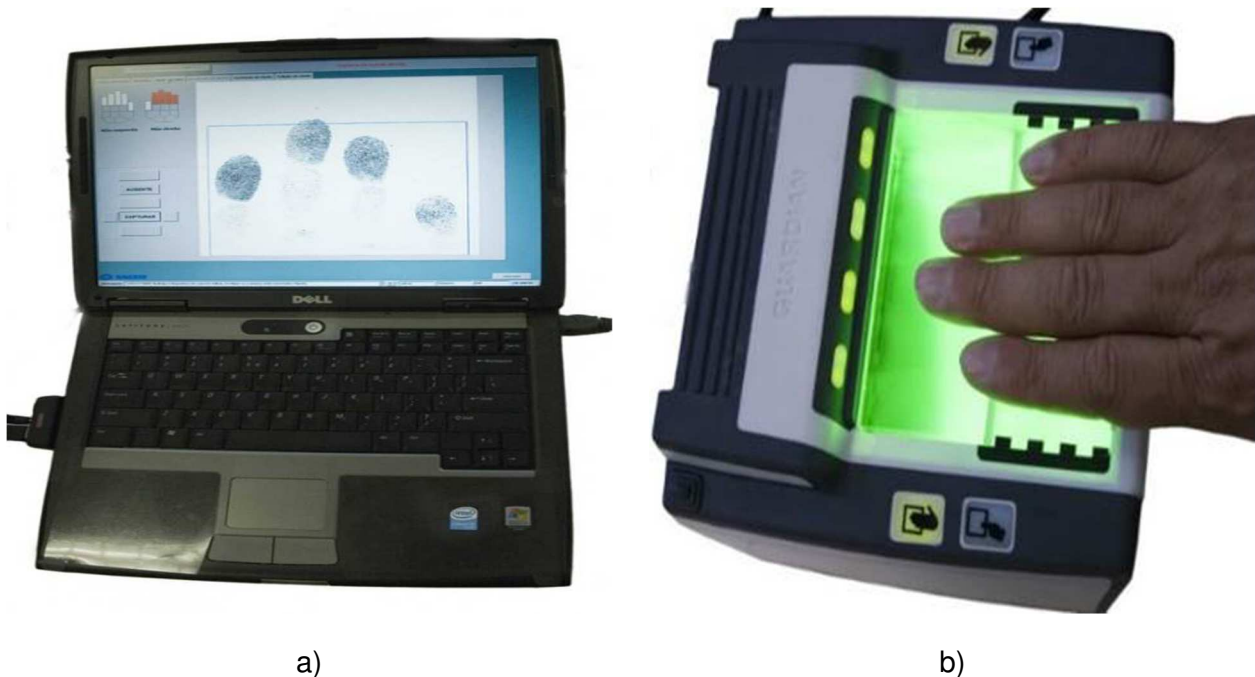


Figura 7. a) Notebook. b) Leitor biométrico. Sistema Integrado de Digitalização in vivo de impressões digitais. Reproduzido do Caderno Didático da disciplina “Papiloscopia Forense”, Polícia Federal, página 94 [4].

A coleta das impressões digitais na PF também pode ser executada por meio do Sistema Integrado de Digitalização *in vivo* (ILSS, do inglês: *Integrated Live Scan System*), composto por notebook e dispositivo de captura de impressões digitais (leitor biométrico) do tipo “*live scan*”.

Esses dispositivos de alta resolução podem gerar imagens que estão à altura, em termos de qualidade, das impressões coletadas com tinta. O processo de coleta pelo leitor biométrico é equivalente ao da coleta convencional das impressões com tinta em planilha datiloscópica.

Além do ILSS, a PF dispõe de outros dispositivos para captura das impressões digitais. No que concerne ao Passaporte brasileiro, são empregados leitores biométricos diversos, com softwares e hardwares próprios, na coleta das impressões digitais do requerente desse documento de viagem. Ao longo dos anos, as especificações técnicas foram sendo aprimoradas no sentido de apresentar ao cidadão brasileiro um serviço de melhor qualidade. No início, as imagens de impressões digitais do passaporte possuíam apenas 300 pontos por polegada (DPI, do inglês: *Dots Per Inch*) de resolução; atualmente, o padrão é 500 DPI.

### 1.3. Muito além da identidade

Os desenhos papilares e, conseqüentemente, as impressões digitais podem trazer consigo informações que vão muito além da identificação da pessoa proprietária do padrão papilar, como pode ser constatado por pesquisas que relacionam aspectos genéticos e os avanços nas análises em dermatoglia<sup>9</sup> [19], e por estudos que buscam, por meio da instrumentação analítica, mapear e entender a complexa composição química presente nas impressões digitais [20].

A palavra dermatoglifos é proveniente do grego *dermatos*, que significa pele, e *glypheín*, que significa escrita. Significando então, a “escrita da pele” [21]. Pesquisas dermatoglíficas destacam que aspectos das impressões digitais - padrões, desenhos, contagem ou espessura de linhas ou sulcos - podem predizer características dos seres humanos, tais como idade, sexo, tamanho do corpo humano, tamanho da mão e etnia [22] [23] [24].

---

<sup>9</sup> Termo introduzido pelo Dr. Harold Cummins, em 1941, e que se refere à análise das impressões digitais, mais precisamente à relação dessas com características dos indivíduos.

A coleta de informações químicas e biológicas a partir dos vestígios de impressões digitais deixadas em locais de crime também tem tomado relevância nos últimos anos [25]. A revelação de fragmento de impressão digital em cenas de crime não garante, por si só, que a identificação inequívoca do autor ocorrerá, na medida em que o fragmento recuperado pode não possuir a qualidade e/ou o tamanho mínimo necessários à individualização, o que, de certa maneira, motiva a busca por métodos complementares que possam auxiliar a investigação criminal, seja reduzindo o universo de suspeitos ou ligando-os, de alguma forma, ao local e/ou ao tempo do crime.

A extração dos fragmentos de impressões digitais de vestígios de drogas ou explosivos, a detecção de impressões papilares usando nanopartículas, a coleta de material genético e de contaminantes que funcionem como indicadores temporais, a inferência sobre a dinâmica sobre a qual os objetos foram manipulados, o estudo de diferenças morfológicas que possam indicar o sexo, entre outros, fazem partes das mais novas linhas de pesquisa relacionadas às impressões digitais [20] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33].

Analisando essas pesquisas de vanguarda, percebe-se que a maioria delas exige, em maior ou menor grau, a utilização de equipamentos e técnicas sofisticados de análise ou o emprego de tecnologias computacionais restritas a um seleto grupo de pesquisadores. Entretanto, há uma categoria de trabalhos recentes na área de dermatoglifia que parte da observação morfológica das impressões digitais, quantificando determinadas características, e, com base nisso, tem apresentado resultados significativos na distinção do sexo dos doadores das amostras estudadas.

Este tipo de pesquisa, além de não requerer o emprego de técnicas analíticas ou avançados algoritmos computacionais, não exige elevados aportes financeiros. Diante disso e percebendo a inexistência de estudos nacionais neste âmbito de atuação, a presente pesquisa se propôs a quantificar as linhas brancas<sup>10</sup> (WLC, do inglês: *White Line Count*), por sexo, e a mensurar as possíveis diferenças entre as densidades de linhas (RD, do inglês: *Ridge Density*) das impressões digitais de brasileiros com relação ao sexo. As duas próximas seções detalharão as características RD e WLC.

---

<sup>10</sup> As linhas brancas são mais conhecidas no Brasil pela denominação linhas albotiloscópicas ou albotilares.

### 1.3.1. Densidade de linhas - RD

Estudos comprovam que há relação entre a RD, o tamanho de partes do corpo (altura, mão, dedo), peso, estado de saúde e idade do indivíduo. Para a idade, é evidente uma diminuição da RD com o passar dos anos [34] [24] [35] [36]. É provável que alguns genes associados aos sulcos dérmicos possam residir no cromossomo sexual X. Nesse caso, uma dose dupla (XX nas mulheres) dessa característica pode levar à incidência mais forte da RD em mulheres [35] [37].

Tal aspecto tem sido confirmado para diversas populações, restando patente que as impressões digitais de mulheres possuem linhas mais finas que as de homens, o que conseqüentemente, resulta em uma maior RD, por unidade de área, nas mulheres. Há registros de diferenças estatisticamente significativas na RD de tailandeses, norte-americanos, argentinos, espanhóis, indianos, chineses, filipinos, malaios, sudaneses, nigerianos, turcos, entre outros [35] [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52].

Este trabalho se deteve ao cálculo médio da RD por sexo, por dedo, por mão, por tipo fundamental, por área da impressão digital e por região geográfica de 200 (duzentos) brasileiros, sendo que 100 são homens e 100, mulheres. Todas as contagens foram executadas diagonalmente em um quadrado de 5mm de lado, obtendo-se o número de linhas por 25mm<sup>2</sup> (por isso o emprego do termo densidade). A posição do quadrado na impressão digital pode variar entre os estudos, bem como o processo adotado para a obtenção da impressão digital; contudo, a maior parte deles, inclusive este, segue a metodologia inaugurada por Acree [38], acrescida das áreas ulnar e proximal propostas por Gutiérrez-Redomero [40].

A Figura 8 discrimina as três áreas elegidas para a mensuração da característica RD. Percebe-se que as áreas distais – ulnar e radial – trocam de lado a depender da mão. A área radial, nos datilogramas provenientes da mão direita, está à esquerda. Entretanto, a área radial, nos datilogramas provenientes da mão esquerda, está à direita. Utilizar-se da diagonal do quadrado maximiza a chance de a contagem de linhas ocorrer perpendicularmente ao fluxo de linhas e os quadrados fixam áreas bem definidas na impressão digital.

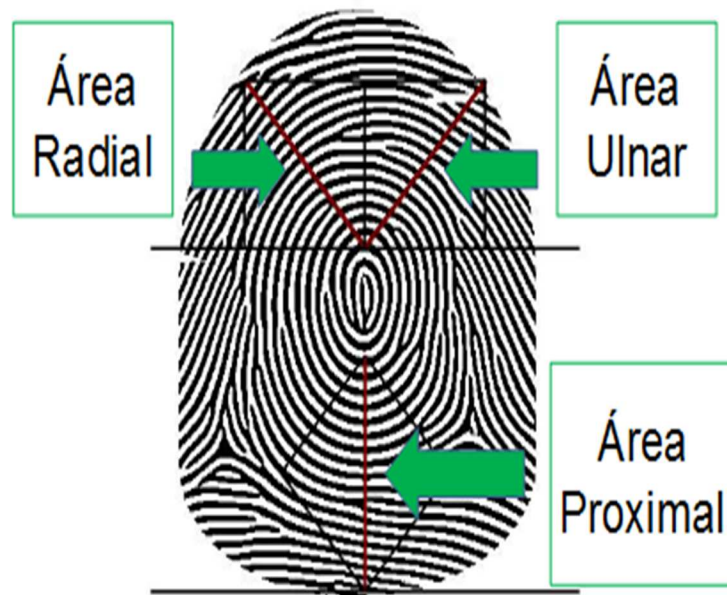


Figura 8. As três áreas eleitas pela literatura para aferição da característica RD, para uma impressão digital da mão direita<sup>11</sup>.

### 1.3.2. Contagem de linhas brancas - WLC

As linhas brancas, também conhecidas como linhas albotiloscópicas ou, ainda, linhas albotilares, são falhas (vincos) no sistema de linhas papilares, formadas por dobras que perdem a ancoragem com as papilas dérmicas. Como consequência, manifestam-se como depressões lineares na superfície epidermica [13]. Se a superfície de fricção for entintada e pressionada sobre um papel, as linhas brancas irão aparecer atravessando várias linhas pretas (cristas), conforme representado na Figura 9.

<sup>11</sup> Visando resguardar as informações biométricas dos envolvidos no presente trabalho, as imagens de impressões digitais apresentadas ao longo deste texto foram geradas pelo programa SFinGe Demo v. 5.0 (Synthetic Fingerprint Generator) desenvolvido por Biometric System Laboratory da Universidade de Bologna, disponível em <http://biolab.csr.unibo.it>, acessado em 20/06/2019.



*Figura 9. Impressão digital com três linhas brancas (ou albedilares) destacadas em verde.*

As linhas brancas são aleatórias, mutáveis, possuem espessuras e comprimentos diversos e aparecem com relativa frequência nas impressões papilares. Apesar de não serem permanentes, são duráveis por longos períodos [13] [53]. Tais marcas são nitidamente diferentes das cicatrizes e dos sulcos interpilares.

Impende mencionar que as linhas papilares originais não desapareceram definitivamente, simplesmente estão abaixo dos vincos albedilares e voltarão a se manifestar na epiderme tão logo estes descolamentos sejam desfeitos. Prova disso é que o tamanho e a quantidade de linhas brancas são reduzidos com o aumento da pressão do dedo entintado sobre o papel no momento da coleta da impressão digital [13].

São poucos os estudos que se propuseram a sistematizar a WLC em impressões digitais e vinculá-las a características das pessoas. Wendt, por exemplo, reporta uma menor WLC em mulheres [54]. Já Badawi, pelo contrário, descobriu uma menor ocorrência em homens [55]. O trabalho de Taduran corrobora os resultados de Badawi, constatando maior ocorrência desta característica em mulheres [43].

O exame das impressões digitais de gêmeos, permitiu concluir que as albedilares não estão condicionados a fatores genéticos [54], ocorrendo devido a fatores externos como intenso contato com produtos químicos ou água. Outro fator que também está relacionado à WLC é a idade, sendo que há um aumento do surgimento de albedilares com o passar dos anos [56].

## 1.4. Esboço da Dissertação

O processo de individualização de pessoas por meio de impressões digitais, sejam estas provenientes de cenas de crime, desastres de massa ou qualquer outra situação de interesse da vida em sociedade, não é infalível, pois a impressão questionada pode não possuir a qualidade e/ou o tamanho mínimo necessários à individualização ou, ainda, pode não existir padrão de comparação nos bancos de dados existentes. Nesses casos, a busca por métodos complementares que possam auxiliar a investigação pela identidade, reduzindo o universo de suspeitos ou ligando-os, de alguma forma, ao local e/ou ao tempo do fato sob apuração, mostra-se fundamental.

As características RD e WLC, a partir dos limiares estatisticamente significativos de distinção do sexo, têm o potencial de direcionar a busca pela identidade, quando esta não puder ocorrer de forma inequívoca. Nessa linha, a presente pesquisa olvidará esforços para obter tais limiares para a população brasileira, utilizando-se de impressões digitais de 200 (duzentos) brasileiros e de métodos estatísticos consagrados pela literatura especializada.

O texto foi dividido em quatro capítulos, sendo que no primeiro deles consignou-se a introdução, com uma rápida contextualização e a apresentação das relações com estudos já realizados sobre as impressões digitais e as características RD e WLC.

O capítulo 2 organizou os procedimentos metodológicos e discriminou os matérias empreendidos na pesquisa, detalhando o Banco de Dados utilizado, apresentando e discutindo os métodos estatísticos performados para validar as comparações efetuadas e apresentando as ferramentas computacionais empregadas para agilizar a operação de tarefas repetitivas e promover a análise estatística.

O capítulo 3 apresentará os resultados e as discussões e o capítulo 4, as conclusões e as propostas de trabalhos futuros sobre o tema.



## 2. Teoria e Metodologia

### 2.1. O Banco de Dados

O pesquisador é servidor da PF e obteve autorização do órgão para acessar e estudar as características das Impressões Digitais no âmbito do presente projeto de pesquisa. Neste contexto, foi possível utilizar uma massa de dados diversificada e com representatividade nacional, pois o Banco de Dados da PF possui entradas a partir das mais diversas localidades do país e por motivos diferentes, tais como: requerimento de passaporte e/ou de título de eleitor, profissional de segurança privada, pessoa criminalmente identificada, servidor do órgão, entre outros.

As impressões digitais que integram o Banco de Dados do Sistema Automatizado de Impressões Digitais da PF (AFIS/PF, do inglês: *Automated Fingerprint Identification System*) são incluídas neste sistema a partir da digitalização da individual datiloscópica do cidadão, quando originadas pelo método tradicional de entintamento; ou a partir de arquivos digitais, quando originadas de equipamentos digitais de coleta biométrica.

Independentemente da forma de entrada no AFIS/PF, uma vez no sistema, os dados passam a obedecer a regras e padrões internacionais afetos a esse tipo de sistema. No caso do AFIS/PF, é utilizado o padrão desenvolvido pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia Norte Americano (NIST, do inglês: *National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce*) para o Departamento Federal de Investigação (FBI, do inglês: *Federal Bureau of Investigation*), o qual possui extensão “.NIST” [57].

Como mencionado na sessão “A coleta das impressões digitais na PF”, há diferentes meios de entrada das impressões digitais nos Bancos de Dados da PF, o que, inevitavelmente, gera uma diversidade de escalas, resoluções, qualidades, distorções e tamanhos para as imagens de impressões digitais albergadas pela instituição. Um recente estudo norte americano nesta área apresentou uma abrangente análise sobre como tais aspectos podem influenciar na permanência e na persistência de importantes detalhes das impressões digitais [34].

Assim, um mesmo desenho digital adquirido por kits biométricos diferentes apresentará imagens de datilogramas com características diversas: uma maior quantidade de pixels entre um ponto e outro, uma leve distorção em uma região, entre outras

peculiaridades. Tais aspectos associados a efeitos de pressão, matriz e substrato podem, por exemplo, comprometer a equivalência de um mesmo datilograma adquirido por kits diversos.

Definir as escalas e os ajustes necessários para se transitar inequivocamente por todas as opções de kits biométricos empregados pela PF até os dias de hoje extrapola o escopo do presente projeto de pesquisa. Assim, para contornar o problema, optou-se por trabalhar com impressões digitais adquiridas por um mesmo dispositivo, seguindo o mesmo procedimento de digitalização. Além disso, foram empregados filtros que restringiram as individuais datiloscópicas escolhidas a somente aquelas originalmente obtidas por meio físico (tinta), mas que também existem em formato digital no AFIS/PF, viabilizando eventuais consultas e comparações do datilograma original coletado em tinta com a respectiva imagem digital.

As individuais datiloscópicas criminais da PF compreendidas no período de 1990 a 2004 foram todas coletadas pelo método da tinta e massivamente digitalizadas, por um mesmo tipo de scanner<sup>12</sup>, antes de serem inseridas no AFIS/PF. Dessa forma, apresentam a mesma resolução, tamanho e qualidade, viabilizando comparações e estudos de forma mais precisa.

O Sistema Nacional de Informações Criminais - SINIC é o sistema da PF que alberga as informações criminais [58]; e o Sistema AFIS/PF, é o sistema que armazena e compara as impressões digitais. Há uma ligação entre esses dois sistemas, quando o assunto são passagens criminais com individuais datiloscópicas associadas. A chave indexadora de uma pessoa no SINIC, chamada de Registro Federal – RF, também é utilizada pelo AFIS, quando da inclusão e pesquisa de antecedentes criminais das impressões digitais. A partir dos Bancos de Dados desses dois sistemas foram executados os seguintes filtros:

- a) Exclusão de todas as passagens provenientes das Secretarias de Segurança Pública Estaduais e de outros órgãos investigativos diversos da Polícia Federal;
- b) Exclusão de todos os registros de pessoas que não possuam individuais datiloscópicas;
- c) Exclusão de todas as passagens que não foram autuadas no período de 1990 a 2004;

---

<sup>12</sup> *Scanner Improvision duplex-520*, de alta resolução, adquirido a partir do projeto PRÓ-AMAZÔNIA/PROMOTEC, em 2003, no âmbito da implantação do sistema AFIS/PF.

- d) Exclusão de todos os registros que não obtiveram impressões digitais coletadas pelo método da tinta;
- e) Exclusão de todos os registros de pessoas que não possuam a impressão digital “rolada” para os dez dedos;
- f) Exclusão de todos os registros de pessoas que possuam cicatrizes, anomalias ou amputações na última falange dos dedos das mãos;
- g) Exclusão de todos os registros de pessoas que não possuam qualidade da imagem da impressão digital (NFIQ, do inglês: *NIST Fingerprint Image Quality*) igual a 1 para todos os dez dedos no AFIS<sup>13</sup>;
- h) Exclusão de todos os registros de pessoas que não possuam maior idade;
- i) Exclusão de todos os registros sem informações sobre o sexo;
- j) Exclusão de todos os registros sem informações sobre a unidade federativa do nascimento;
- k) Exclusão de todas as passagens de estrangeiros.

As informações remanescentes, após a aplicação dos filtros acima discriminados, formaram o Banco de Dados que guiou a escolha aleatória das individuais datiloscópicas (documento físico) segregadas do arquivo físico localizado no Instituto Nacional de Identificação da PF - INI/PF. A figura 10 registra parte do arquivo físico mencionado; enquanto que a Figura 11 detalha a retirada de uma individual datiloscópica de seu lote original.

---

<sup>13</sup> A qualidade da imagem de impressão digital varia de 1 (maior qualidade) a 5 (menor qualidade) [57].



Figura 10. Arquivo físico do Instituto Nacional de Identificação - INI/PF.

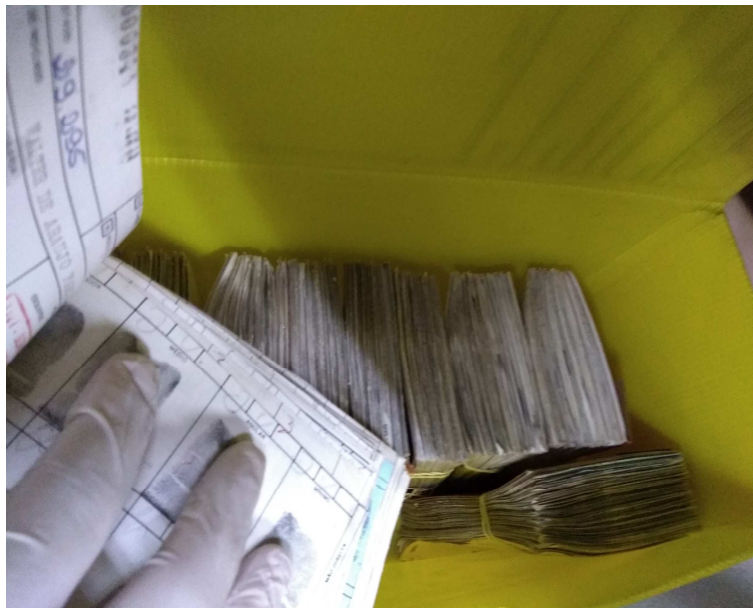


Figura 11. Segregação de individual datiloscópica do respectivo lote no arquivo físico do INI/PF.

Foram aleatoriamente eleitas 200 (duzentas) individuais datiloscópicas. Metade proveniente de homens e metade, de mulheres. Outra variável imposta se refere à divisão regional do país. Sob este aspecto, obtiveram-se 40 (quarenta) individuais datiloscópicas para cada uma das cinco regiões geográficas do Brasil (vide Figura 12), desde que 20 (vinte) de cada sexo, conforme Tabela 2. As 200 (duzentas) individuais datiloscópicas segregadas perfizeram o montante de 2.000 impressões digitais que foram submetidas à análise das características RD e WLC.



Figura 12. Divisão Regional do Brasil<sup>14</sup>.

Tabela 2. Distribuição Regional das Individuais Datiloscópicas segregadas para a pesquisa.

Região	Mulher	Homem
Norte	20	20
Nordeste	20	20
Centro-Oeste	20	20
Sudeste	20	20
Sul	20	20
Total	100	100
<b>Total Geral</b>	<b>200</b>	

## 2.2. Métodos Estatísticos

Nesta seção serão apresentados os métodos estatísticos utilizados para promover o presente estudo. Para validar não apenas a representatividade da amostra escolhida, mas também as comparações empreendidas ao longo da pesquisa (testes de hipóteses), foram utilizados métodos estatísticos consagrados pela literatura especializada, tais como

<sup>14</sup> A Divisão Regional do Brasil consiste no agrupamento de Estados e Municípios em regiões com a finalidade de atualizar o conhecimento regional do País e viabilizar a definição de uma base territorial para fins de levantamento e divulgação de dados estatísticos. A segmentação em regiões visa contribuir com uma perspectiva para a compreensão da organização do território nacional e assistir o governo federal, bem como Estados e Municípios, na implantação e gestão de políticas públicas e investimentos [72] [73].

amostras aleatórias, os testes t de *Student*, qui-quadrado de Pearson, Análise da Variância (ANOVA) e DHS Tukey e o teorema de Bayes.

### 2.2.1. Tamanho da amostra e curva normal

De uma forma geral, os recursos são limitados, raramente sendo possível se estudar cada elemento de determinada população. Assim, estuda-se um número menor de indivíduos – apenas uma amostra – e procura-se fazer generalizações para todo o universo sob o qual a amostra foi extraída.

Neste caminho, tem-se como principal preocupação verificar se os elementos da amostra são suficientemente representativos de toda a população, de modo a permitir generalizações precisas sobre o universo investigado [59]. A fim de atingir este objetivo, o método adequado de amostragem se mostra fundamental. Neste trabalho, por exemplo, cada elemento da população, dentro de seu respectivo estrato, teve a mesma chance de ser incluído na amostra, configurando uma amostragem estratificada aleatória simples dos dados.

Na amostra aleatória simples, cada elemento recebe um número identificador, sendo relacionado e submetido à amostragem por meio de uma tabela de números aleatórios. A amostra estratificada se configura na divisão do universo sob análise em subgrupos mais homogêneos sob determinado aspecto. Cada subgrupo é tratado como uma população completa e submetido a uma amostragem aleatória simples, extraíndo-se os elementos que configurarão as amostras. Os elementos selecionados em cada um dos subgrupos são combinados a fim de gerar uma amostra de todo o universo sob investigação.

Naturalmente, uma média amostral quase nunca será exatamente a mesma que a média populacional, o mesmo ocorrendo para o desvio padrão da amostra comparado ao da população. Essas diferenças sempre ocorrem, a despeito de quão bem a amostra tenha sido obtida, e são denominadas de erro amostral.

A distribuição amostral de médias, independentemente da forma da distribuição dos escores brutos na população da qual se extraíram as médias, tende para uma curva normal, o mesmo ocorrendo para diversas distribuições de variáveis aleatórias de processos práticos ou de ocorrência natural. A título de exemplo, a figura 13 evidencia em forma de histograma a flagrante adequação da característica RD ulnar da amostra de impressões digitais de brasileiros, à distribuição normal.

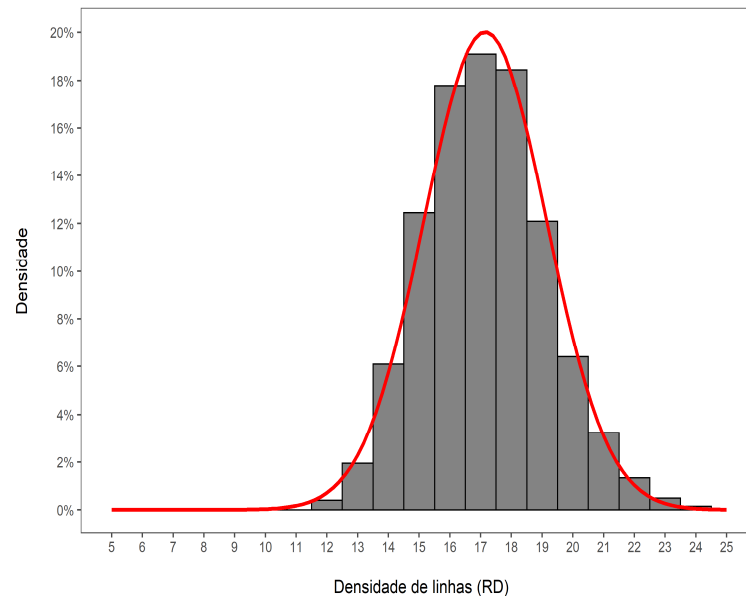


Figura 13. Distribuição da densidade de linhas, para a área ulnar da amostra de impressões digitais de brasileiros.

A curva normal (ou de Gauss) é um tipo de curva suave, simétrica, cuja forma lembra um sino, tendo apenas um pico ou ponto de frequência máxima – o ponto no meio da curva em que a média, a mediana e a moda coincidem. Caso se queira ir além de uma visualização empírica para se confirmar se determinada distribuição é normal, há testes estatísticos facilmente executáveis em softwares estatísticos disponíveis no mercado [60]. Quando necessário, esta pesquisa lançou mão do teste Shapiro-Wilk, baseado na estatística  $W$ . Este teste segue a mesma metodologia de decisão que será apresentada na próxima seção para os testes de hipóteses.

A distribuição de sino (normal) possibilita determinar probabilidades associadas a todos os pontos da linha de base, apresentando uma área central que orbita em torno da média, onde se localizam os pontos de maior frequência. A frequência diminui à medida que o gráfico se afasta da média, sendo associada a valores muito pequenos (à esquerda) ou muito altos (à direita) da grandeza referenciada no eixo das abcissas.

Mesmo que não haja conhecimento prévio efetivo sobre a média das médias ou sobre o desvio padrão da distribuição amostral, é possível se deduzir o desvio padrão de uma distribuição amostral teórica, a distribuição que existiria, em teoria, se fosse calculado as médias de todas as amostras possíveis [59].

Com tal grandeza, pode-se obter o âmbito de valores das médias na qual a verdadeira média populacional provavelmente se situa. Pode-se, também, estimar a probabilidade dessa média populacional se situar efetivamente dentro daquele intervalo de

valores médios. Essas informações estão relacionadas aos conceitos de intervalo e nível de confiança.

Intervalo de confiança - IC é uma faixa de valores usada para se estimar o verdadeiro valor de um parâmetro populacional; enquanto que o nível de confiança é a probabilidade de que o intervalo de confiança realmente contenha o parâmetro populacional, supondo que o processo de estimação seja repetido um grande número de vezes. O nível de confiança pode ser traduzido como a taxa de sucesso do procedimento usado para a construção do intervalo de confiança.

O nível de confiança de 95% é mais comum porque resulta em um bom equilíbrio entre precisão e confiabilidade [61]. O significado desse nível de confiança seria: tem-se 95% de confiança em que o intervalo de " $p - IC$ " a " $p + IC$ " realmente contém o verdadeiro valor do parâmetro populacional  $p$ .

Um intervalo de confiança pode ser usado para o teste de alguma afirmativa feita sobre uma proporção populacional  $p$ ; para tanto, referencia-se a um escore padrão  $z$  que pode ser usado para se distinguir entre estatísticas amostrais que têm mais chance de ocorrer e aquelas que têm menos chance. Já para o caso de se utilizar um intervalo de confiança para se testar alguma afirmativa sobre a média populacional, a referência estará no escore padrão  $t$ , o qual se referencia na distribuição  $t$  de *Student*. Tais escores são chamados de valores críticos e podem ser encontrados com tecnologia ou, respectivamente, por meio das Tabelas A e B do apêndice I.

No mesmo sentido, se a estimação envolver amostras para se inferir desvio padrão ou variância populacionais, os métodos requerem a utilização de uma distribuição específica; no caso, a distribuição qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Este escore também pode ser encontrado com tecnologia ou por meio da Tabela C do apêndice I.

A exemplo do que já fora anteriormente mencionado para a média, a distribuição amostral das proporções amostrais pode ser aproximada por uma distribuição normal, e um escore  $z$  associado a uma proporção amostral tem uma probabilidade  $\alpha/2$  de se situar na cauda direita da Figura 14. O escore  $z$  que separa a região da cauda direita é comumente representado por  $z_{\alpha/2}$  e é chamado de valor crítico porque está na fronteira que separa os escores  $z$  de proporções amostrais que são prováveis de ocorrer das que não o são [61].



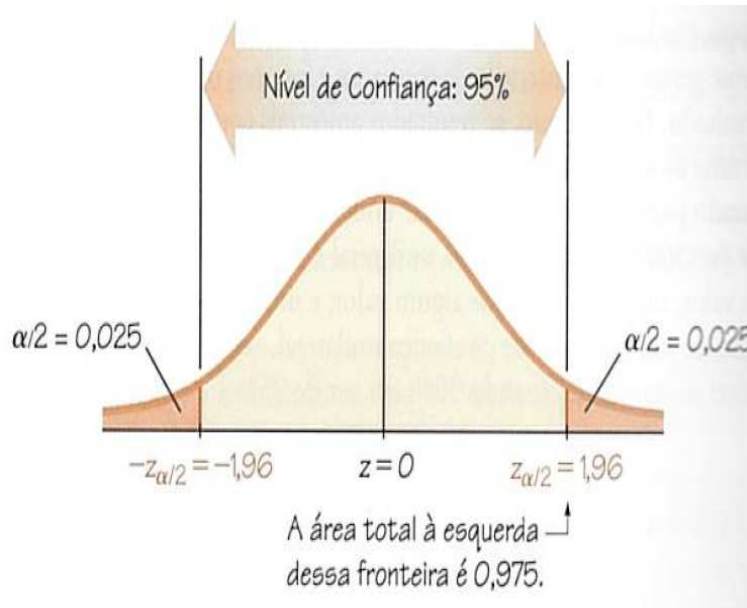


Figura 14. Encontrando o Z para o nível de confiança de 95%. Reproduzido de Triola 2017, página 324 [61].

Consultando a Tabela A do apêndice I, percebe-se que para um nível de confiança de 95%, tem-se um valor crítico de 1,96. Este par de valores, apesar de mais comum, não é o único. A Tabela 3 lista outros valores rotineiramente utilizados.

Tabela 3. Valores críticos mais comuns para o escore z.

Nível de Confiança	Probabilidade, $\alpha$	Valor Crítico, $z_{\alpha/2}$
90%	0,10	1,645
95%	0,05	1,96
99%	0,01	2,575

Quando os dados amostrais são empregados para se estimar uma proporção populacional  $p$ , a margem de erro, representada pela letra  $E$ , é a diferença máxima provável (com probabilidade  $1 - \alpha$ , tal como 0,95) entre a proporção amostral observada  $\hat{p}$  e o verdadeiro valor da proporção populacional  $p$ . A margem de erro pode ser encontrada pela multiplicação do valor crítico pelo erro padrão das proporções amostrais, conforme Equação 1. Tanto  $\hat{p}$  como  $q$  são estimativas da proporção populacional  $p$ , mas se não se conhece nenhuma estimativa, substitui-se cada um dos valores por 0,5 [61]. Registre-se, ainda, que  $q = 1 - \hat{p}$ .

*Equação 1. Expressão matemática para o cálculo da margem de erro para proporções, onde  $E$  é a margem de erro,  $\hat{p}$  a proporção amostral observada,  $n$  o tamanho da amostra,  $q$  proporção amostral não observada,  $z_{\alpha/2}$  o escore  $z$  que separa uma área de  $\alpha/2$  na cauda direita da distribuição normal-padrão<sup>15</sup>.*

$$E = z_{(\alpha/2)} \sqrt{\frac{\hat{p}q}{n}}$$

Para um nível de significância de 95%, caso seja afirmado que 8,80% das impressões digitais de mulheres analisadas em determinada amostra possuem o tipo fundamental arco, pode-se afirmar que se tem 95% de confiança de que a população de mulheres possui o tipo fundamental arco na proporção de 8,77 a 8,83%, pois a margem de erro neste caso foi de 0,03 ( $z = 1,96$  multiplicado pelo erro padrão da amostra = 0,016). Dito de outra forma, há 95% de confiança de que a proporção da população de mulheres com o tipo fundamental arco seja 8,80%  $\pm$  0,03<sup>16</sup>.

Resolvendo a Equação 1 em relação a  $n$ , obtém-se uma forma para se calcular quantas unidades amostrais devem ser aleatoriamente segregadas da população a fim de se estimar, com nível de confiança conhecido, alguma proporção populacional. Novamente, tanto  $\hat{p}$  como  $q$  foram fixados em 0,5, garantindo-se a maior variabilidade possível. A Equação 2 resume essas considerações, apresentado uma forma para se calcular o tamanho da amostra.

*Equação 2. Expressão matemática para o cálculo do tamanho da amostra para se estimar a proporção populacional, com  $\hat{p}$  e  $q$  valendo 0,5.*

$$n = (z_{(\alpha/2)})^2 \frac{0,25}{E^2}$$

Caso sejam substituídos os mesmos parâmetros dos parágrafos anteriores na Equação 2, percebe-se que a partir de 1.000 unidades amostrais pode-se, com 95% de confiança e 0,03 de margem de erro, fazer inferências sobre a proporção população a partir da proporção amostral. Caso se aceite uma margem de erro maior, naturalmente se exigirá uma amostra menor. Alterando-se apenas a margem de erro de 0,03 para 0,05 na situação acima, o tamanho da amostra se reduziria de 1.000 para 385, por exemplo. Ressalte-se

<sup>15</sup> O tamanho populacional, em geral, não é um fator na determinação da confiabilidade de uma pesquisa.

<sup>16</sup> O tamanho da amostra utilizada no cálculo foi igual a 1.000 (100 mulheres x 10 impressões digitais).

que se o tamanho amostral calculado  $n$  não for um número inteiro, este deve ser arredondado para o próximo inteiro maior.

A grande diferença entre a estimativa de proporções populacionais a partir de proporções amostrais e a estimativa de médias populacionais a partir de médias amostrais reside na quase total inexistência de conhecimento a respeito do desvio-padrão populacional para as médias populacionais. No caso das proporções, quando não se tem uma estimativa, utiliza-se a de máxima variabilidade, fazendo tanto  $\hat{p}$  como  $q$  iguais a 0,5 (vide equação 1).

Sendo realista, não faz sentido se conhecer o desvio-padrão da variável populacional e não se conhecer a média. De fato, o desvio-padrão da média populacional é desconhecido. Dessa forma, pode-se estimá-lo a partir do desvio-padrão da média amostral; contudo, isso tenderia a subestimar o erro padrão, enviesando os dados. Esse problema surge porque o desvio-padrão amostral tende a ser um pouco menor do que o desvio-padrão populacional [59].

A fim de se produzir estimativas mais precisas, deve-se ligeiramente aumentar o desvio-padrão amostral. Nessa esteira, divide-se por  $n - 1$ , e não por  $n$ , a expressão para se calcular o erro padrão. Entretanto, o erro padrão estimado no denominador ( $n - 1$ ) não segue exatamente a distribuição  $z$  ou normal [59].

Estimar o erro padrão com base na amostra acrescenta mais um grau de incerteza na distribuição de médias amostrais, além de decorrer apenas da variabilidade amostral. A distribuição amostral de médias é um pouco mais ampla (mais dispersa), seguindo uma família de distribuições conhecidas como distribuições  $t$  [59].

Para se determinar qual das distribuições  $t$  se aplica a cada caso, utiliza-se o conceito de graus de liberdade. O grau de liberdade, calculado como sendo um a menos do que o tamanho da amostra, indica quão próxima a distribuição  $t$  está da curva normal. Quanto maior o número de graus de liberdade, maior o tamanho da amostra e mais próxima da distribuição normal está a distribuição  $t$ . Dito de outra forma, o grau de incerteza que motiva a utilização do escore  $t$  ao invés do  $z$  diminui à medida que o tamanho da amostra aumenta.

A Equação 3 sintetiza o exposto e evidencia uma forma para se calcular a média de uma população com base na média da amostra, onde  $E$  é a margem de erro,  $t(\alpha/2)$  o valor crítico da distribuição  $t$ ,  $s$  o desvio-padrão amostral e  $n - 1$  o tamanho da amostra adaptado

para reduzir o viés do desvio-padrão amostral. A margem de erro pode ser encontrada pela multiplicação do valor crítico pelo erro padrão das médias amostrais.

*Equação 3. Expressão matemática para o cálculo da margem de erro para médias, onde E é a margem de erro, t ( $\alpha/2$ ) o valor crítico da distribuição t, s o desvio-padrão amostral e n - 1 o tamanho da amostra adaptado para reduzir o viés do desvio-padrão amostral.*

$$E = t (\alpha/2) \frac{s}{\sqrt{n - 1}}$$

A título de exemplo, considere que a média da característica RD radial de uma amostra de impressões digitais de mulheres tenha sido 17,66, com um desvio-padrão amostral de 1,93. Para um nível de confiança de 95%, pode-se afirmar que se tem 95% de confiança de que a população de mulheres possui a RD radial entre o intervalo 17,54 a 17,78, pois a margem de erro neste caso foi de 0,12 ( $t = z = 1,96$  multiplicado pelo erro padrão da amostra = 0,06). Dito de outra forma, há 95% de confiança de que a média da população de mulheres possua a RD radial igual a  $17,66 \pm 0,12$ .

Da mesma forma que foi feito para as proporções, resolvendo a equação para a margem de erro (equação 3) em relação a  $n$ , obtém-se uma maneira para se calcular quantas unidades amostrais devem ser segregadas da população a fim de se estimar, com nível de confiança conhecido, a média populacional. A Equação 4 resume essas considerações, apresentado uma forma para se calcular o tamanho da amostra para se estimar a média populacional.

*Equação 4. Expressão matemática para o cálculo do tamanho da amostra para se estimar a média populacional.*

$$n = [(t (\alpha/2))^2 \frac{s}{E^2}] + 1$$

Caso sejam substituídos os mesmos parâmetros dos parágrafos anteriores na Equação 4, percebe-se que a partir de 1.000 unidades amostrais pode-se, com 95% de confiança e 0,12 de margem de erro, fazer inferências sobre a média da população a partir da média amostral. Caso se aceite uma margem de erro maior, naturalmente se exigirá uma amostra menor. Alterando-se apenas a margem de erro de 0,12 para 0,30 na situação acima, o tamanho da amostra se reduziria de 1.000 para 160, por exemplo. Impende mencionar que se o tamanho amostral calculado  $n$  não for um número inteiro, este deve ser arredondado para o próximo inteiro maior e que quanto maior a amostra, mais a curva  $t$  se parecerá com a curva  $z$ .

Impende registrar que se a estimação envolver amostras para se inferir desvio padrão ou variância populacionais, os métodos requerem a utilização da distribuição qui-quadrado. Esta não é simétrica, diferentemente das distribuições normal e t de *Student*, e, conseqüentemente, apresenta um intervalo de confiança à direita diferente do intervalo de confiança à esquerda. Os valores da distribuição qui-quadrado não podem ser negativos e recebem uma referência diferente para cada número de graus de liberdade. Sobre este aspecto, frise-se que à medida que o número de graus de liberdade aumenta, a distribuição qui-quadrado se aproxima de uma distribuição normal.

### 2.2.2. Testes de hipóteses

Nas ciências de uma forma geral, as hipóteses geralmente dizem respeito a diferenças entre grupos. Os seguintes exemplos se configuram em afirmações a serem validadas ou refutadas pela pesquisa: a WLC é maior nas mulheres do que nos homens brasileiros; a RD nas impressões digitais de mulheres é superior à dos homens. Nota-se que as proposições de pesquisa envolvem uma comparação entre dois grupos sob investigação. Para os exemplos acima, respectivamente: mulheres *versus* homens, sob o aspecto WLC; mulheres *versus* homens, sob o aspecto RD.

A inferência estatística é amplamente utilizada na tomada de decisões afetas às hipóteses relacionadas a diferenças entre grupos devido à credibilidade da teoria da probabilidade frente ao mundo científico. Todo seu rigor matemático, quando da inferência de parâmetros populacionais a partir de dados amostrais, uniformiza procedimentos de julgamento e permite a repetibilidade dos testes por qualquer interessado.

Tornou-se uma convenção na análise estatística iniciar o trabalho testando a hipótese nula – a hipótese segundo a qual duas amostras foram extraídas de populações equivalentes [59]. De acordo com esta, qualquer diferença observada entre amostras é encarada como uma ocorrência casual resultante integralmente do erro amostral. Dessa forma, uma diferença observada entre duas médias amostrais não representa uma diferença verdadeira entre suas médias populacionais.

Afirmar que o erro amostral é responsável pela diferença obtida entre médias amostrais é equivalente a manter a hipótese nula. Manter a hipótese nula não implica que se restou provado que as médias populacionais são iguais. A correta interpretação é que

apenas não se possui evidência contraditória suficiente para se rejeitar a hipótese nula. O termo “nula” é usado para indicar nenhuma mudança, ou nenhuma diferença.

Negar a hipótese nula, naturalmente, faz surgir a hipótese de pesquisa, pois, em geral, os pesquisadores procuram evidenciar as diferenças existentes entre as variáveis estudadas, não as semelhanças. O fundamento da pesquisa advém quase sempre das diferenças entre grupos ou aspectos dos grupos, sendo que é a hipótese de pesquisa que traz este questionamento.

A manutenção da hipótese de pesquisa significa, além da rejeição da hipótese nula, que as duas amostras foram extraídas de populações com médias (ou qualquer outro parâmetro) diferentes e que essa diferença é muito grande para ser atribuída ao erro amostral.

A distribuição amostral de diferenças entre médias tende para uma curva normal cuja média é zero, desde que extraídas grandes amostras aleatórias da população [59]. Note-se que, por ser uma distribuição normal, a maioria das diferenças entre médias amostrais se encontra próximo do ponto mais central, o zero. Percebe-se, ainda, que para cada valor negativo, tende a haver um valor positivo a igual distância da média (tendência a simetria), fazendo com que as diferenças positivas e negativas entre médias na distribuição cancelem-se mutuamente.

Como mencionado na sessão anterior, a curva normal pode ser encarada como uma distribuição de probabilidade. Nesta, a probabilidade decresce à medida que se afasta, no gráfico, da média das diferenças (zero). A Figura 15, evidencia que 68,26% das diferenças entre médias se situam entre o desvio padrão da diferença entre médias, indicando uma probabilidade aproximada  $P = 0,68$  de que qualquer diferença entre médias amostrais esteja dentro desse intervalo (nível de confiança).

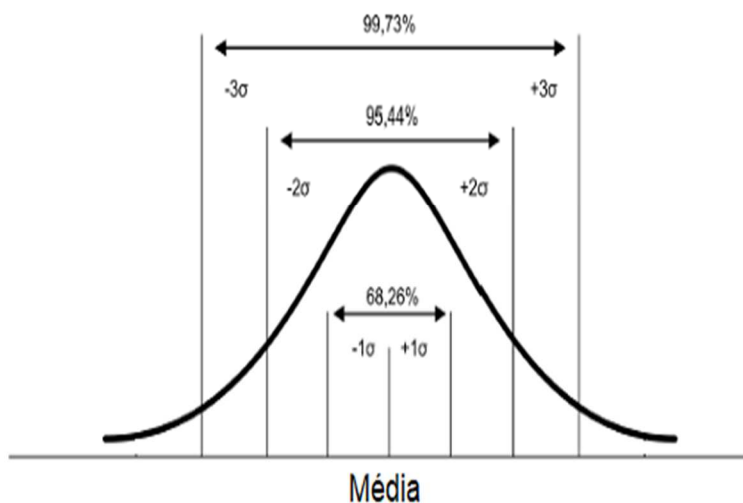


Figura 15. Distribuição amostral de diferenças entre médias como uma distribuição de probabilidade.

Analogamente, caso seja considerado um intervalo de três vezes o desvio padrão da diferença entre médias a contar de uma diferença zero entre médias, pode-se dizer que há uma probabilidade aproximada  $P = 0,99$  (vide Figura 15) de que qualquer diferença entre médias amostrais esteja dentro desse intervalo (nível de confiança). Neste contexto, para se determinar quão distante de uma diferença de zero está a diferença obtida entre as médias, deve-se primeiro transformar a diferença obtida em unidades de desvio padrão e, depois, localizá-la na curva de probabilidades.

Uma distribuição amostral de diferenças proporciona uma base sólida para se testar hipóteses sobre a diferença entre duas médias amostrais [59]. Entretanto, para julgar se tais diferenças são estatisticamente relevantes, faz-se necessário utilizar métodos que funcionarão como uma espécie de marco divisório para os resultados, evidenciando se uma diferença entre duas amostras é tão grande que já não se pode ser atribuída ao erro amostral.

Para que se possa estabelecer se a diferença amostral obtida é estatisticamente relevante, é preciso fixar um nível de significância. Ressalte-se que o nível de significância - costumeiramente denotado pela letra grega  $\alpha$  (alfa) - é complementar ao nível de confiança (descrito na seção anterior), de forma que este último é descrito como  $1 - \alpha$ .

O valor alfa é definido com base no tipo de problema e no grau de erro máximo aceitável na pesquisa, configurando-se, ainda, no limiar de separação entre a aceitação e a rejeição da hipótese nula. É uma questão de convenção usar o nível de significância  $\alpha$

= 0,05. Este limiar indica que a hipótese nula será rejeitada se uma diferença amostral obtida ocorrer cinco vezes ou menos em 100 chances, essa pequena probabilidade costuma ser simbolizada por  $P \leq 0,05$ .

A figura 16 ilustra graficamente o nível de significância de 0,05. Percebe-se que o referido nível de significância se situa nas pequenas áreas das caudas da distribuição das diferenças de médias. Nesse caso ( $\alpha = 0,05$ ), as áreas sombreadas representam uma distância de 1,96 (valor crítico,  $z$ ) desvio padrão a contar da diferença média zero. Se for obtido um escore  $z$  que excede 1,96 ( $z > 1,96$  ou  $z < -1,96$ ), este será estatisticamente relevante, o que significa dizer que a hipótese nula será rejeita e a hipótese de pesquisa, aceita.

Nível de significância  $\alpha = 0,05$  ( $P=5\%$ )

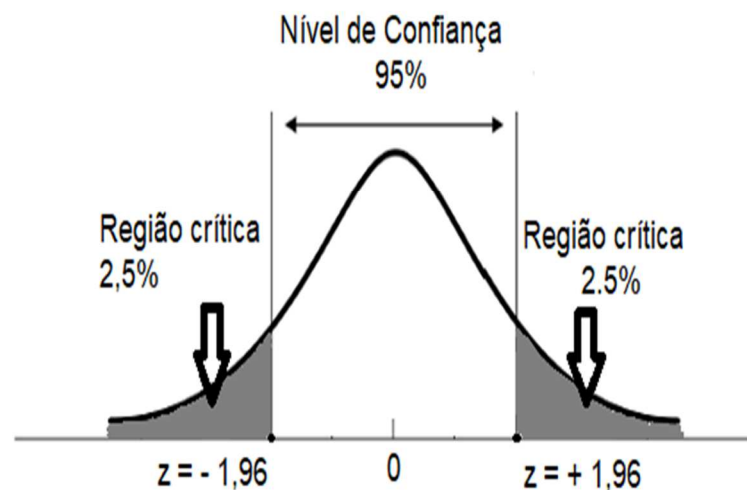


Figura 16. Nível de significância  $\alpha = 0,05$ .

Noventa e cinco por cento das diferenças entre médias situam-se entre  $-1,96$  desvio padrão e  $+1,96$  desvio padrão a contar da diferença zero de médias; apenas 5% situam-se na região crítica limitada pelo valor crítico ( $2,5\% + 2,5\% = 5\%$ ). Quando a estatística de teste se encontrar dentro da região crítica, rejeita-se a hipótese nula.

Com o advento da computação, é comum a utilização e cálculo do *p-valor*. Este é definido como a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que a estatística observada a partir de uma amostra de uma população assumindo-se a hipótese nula como verdadeira. Se o *p-valor* for menor (ou igual) que o nível de significância determinado, então a hipótese nula é rejeitada. Se o *p-valor* não for menor que o nível de



significância determinado, então o teste não tem resultado (significando que não há evidência suficiente para garantir a rejeição da afirmativa). Ressalte-se que testes de hipótese via região crítica (também conhecida como região de rejeição) ou *p-valor* são equivalentes.

Dependendo da afirmativa em teste, a região crítica poderá estar nas duas caudas extremas (teste bilateral), somente na cauda esquerda (teste unilateral à esquerda) ou somente na cauda direita (teste unilateral à direita). As características da hipótese de pesquisa determinarão o teste de hipótese mais adequado a ser aplicado. Para escolher o tipo de teste, deve-se examinar a hipótese de pesquisa e identificar a região que a apoia e entra em conflito com a hipótese nula [61].

Saber o tipo de teste adequado (bilateral ou unilateral à direita ou esquerda) não fornece informação suficiente para se tomar uma decisão sobre a afirmativa que está sendo testada. Para tanto, precisa-se calcular a estatística de teste para então localizá-la na região crítica ou nível de significância previamente definido (ou utilizar o *p-valor*). Se a estatística de teste estiver dentro da região crítica ou se for menor (ou igual) que o alfa ( $p\text{-valor} \leq \alpha$ ), rejeita-se a hipótese nula, mantendo a hipótese de pesquisa.

A estatística de teste é um valor usado para se tomar a decisão sobre a hipótese nula, e é encontrada pela conversão da estatística amostral em um escore (como o *z*, o *t* ou outro) com a suposição de que a hipótese nula seja verdadeira. Após o que, compara-se a estatística de teste ao nível de significância definido para o caso e decide-se pela rejeição ou manutenção da hipótese nula. A Tabela 4 discrimina a expressão matemática para se calcular a estatística de teste a depender do parâmetro, da distribuição amostral e da relação entre as variáveis.

Tabela 4. Cálculo da estatística de teste para uma amostra única<sup>17</sup>

Parâmetro	Distribuição Amostral	Requisitos	Variáveis	Estatística de Teste
Proporção p	z	Condições para um experimento binomial: $n\hat{p} \geq 5$ e $nq \geq 5$	$\hat{p}$ , proporção amostral; n, tamanho da amostra; $q = 1 - \hat{p}$ ; p, proporção populacional	<i>Equação 5.</i> <i>Estatística de teste para proporção.</i> $z = \frac{(\hat{p} - p)}{\sqrt{\frac{\hat{p}q}{n}}}$
Média da população	t	Desvio padrão não conhecido e população normalmente distribuída	$\bar{x}$ , média amostral; $\mu$ , média populacional; s, desvio padrão amostral	<i>Equação 6.</i> <i>Estatística de teste para média com desvio padrão desconhecido.</i> $t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$
Média da população	z	Desvio padrão conhecido e população normalmente distribuída	$\sigma$ , desvio padrão populacional	<i>Equação 7.</i> <i>Estatística de teste para média com desvio padrão conhecido.</i> $z = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$
Desvio padrão ou variância	$\chi^2$	População normalmente distribuída (estrito)	$s^2$ , variância	<i>Equação 8.</i> <i>Estatística de teste para o desvio padrão ou variância.</i> $\chi^2 = \frac{(n - 1)s^2}{\sigma^2}$

Cabe registrar que os níveis de significância não são infalíveis. Sempre que se decide rejeitar a hipótese nula em um determinado nível de significância, inevitavelmente, há a possibilidade de se tomar a decisão errada, mesmo que esta possibilidade seja pequena (geralmente menor do que 5 em 100, para  $\alpha = 0,05$ ). A rejeição da hipótese nula, quando deveria ser mantida, é conhecida como erro do tipo I (simbolizado pela letra  $\alpha$ ). A probabilidade do erro tipo I ocorrer varia com o nível de significância definido, sendo fixado conforme a margem de erro máxima que o pesquisador está disposto a tolerar.

Há também o erro de tipo II que consiste na manutenção da hipótese nula, quando esta deveria ser rejeitada (simbolizado pela letra  $\beta$ ). Ele indica que a hipótese de pesquisa ainda pode ser correta, apesar da decisão de rejeitá-la. Uma maneira de reduzir o erro tipo II é aumentar o tamanho da amostra, melhorando a representatividade desta.

<sup>17</sup> Tabela construída, principalmente, com base na obra de Triola [61].

Os erros de tipo I e tipo II surgem porque os exames se baseiam em dados amostrais e não nos verdadeiros parâmetros populacionais, configurando-se no risco que o pesquisador assume por se utilizar de uma metodologia estatística de tomada de decisão.

### 2.2.3. Testes de hipóteses a partir de duas amostras

A seção anterior apresentou métodos para lidar com uma única amostra proveniente de uma população; contudo, há uma grande variedade de situações reais que envolvem uma comparação de duas amostras de uma população.

Para se testar uma afirmativa feita sobre duas proporções populacionais, por exemplo, combina-se as proporções amostrais de cada uma das amostras aleatórias simples, mantendo-se as demais condições de contorno idênticas ao caso de uma única amostra. A Tabela 5 apresenta o cálculo da estatística de teste para duas amostras populacionais independentes, as variáveis relacionadas e a equação da proporção amostral combinada.

Tabela 5. Cálculo da estatística de teste para duas proporções populacionais.

Variáveis	Proporção amostral combinada	Estatística de Teste
$\hat{p}$ , proporção amostral combinada; $\bar{q} = 1 - \hat{p}$ ; $\hat{p}$ , proporção amostral; $n$ , tamanho da amostra; $q$ , proporção amostral não observada; $p$ , proporção populacional; $x$ , número de sucessos na amostra; 1 se refere à primeira amostra; 2, à segunda.	<i>Equação 9. Proporção amostral combinada.</i>  $\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$	<i>Equação 10. Estatística de teste para duas proporções populacionais independentes.</i>  $z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{\hat{p}\bar{q}}{n_1} + \frac{\hat{p}\bar{q}}{n_2}}}$

As amostras são consideradas independentes se os valores amostrais selecionados de uma população não estão relacionados ou, de alguma maneira, emparelhados com os valores amostrais selecionados da outra população. Caso isso ocorra, as amostras são consideradas dependentes. Quando cada par de valores amostrais consiste em duas medidas do mesmo sujeito, antes e depois de determinado fato; ou cada par de valores amostrais se configura em dados combinados, tais como medidas emparelhadas do marido e da esposa, são exemplos de amostras dependentes [61].

Um teste de hipótese sobre uma afirmativa de duas médias populacionais independentes, a partir de duas médias amostrais aleatórias simples, ocorrerá sobre uma

estatística de teste combinada, produzida com base nas estatísticas de teste de cada uma das amostras separadamente, mantidas as mesmas condições de contorno mencionadas na seção anterior. A Tabela 6 apresenta o cálculo da estatística de teste para duas médias populacionais – com e sem o conhecimento sobre o desvio padrão populacional -, as variáveis relacionadas e a equação da proporção amostral combinada.

Tabela 6. Cálculo da estatística de teste para duas médias populacionais, com e sem o conhecimento dos desvios padrão.

Variáveis	Desvio padrão	Graus de liberdade	Estatística de Teste
$\bar{x}$ , média amostral; $\mu$ , média populacional; $s$ , desvio padrão amostral; $n$ , tamanho da amostra; 1 se refere à primeira amostra; 2, à segunda.	desconhecido	gl = menor de $(n_1 - 1)$ e $(n_2 - 2)$	<i>Equação 11. Estatística de teste para duas médias populacionais, com o desvio padrão desconhecido.</i> $t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$
$\sigma$ , desvio padrão populacional	conhecido	-	<i>Equação 12. Estatística de teste para duas médias populacionais, com o desvio padrão conhecido.</i> $z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

Caso o teste de hipótese envolva a média das diferenças de valores provenientes de duas populações dependentes, no sentido de que os dados estão associados de acordo com alguma relação - dados emparelhados -, a estatística de teste se baseará na diferença individual entre os dois valores em um único par associado [61]. A Tabela 7 resume a equação e as condicionantes para esta estatística de teste de duas amostras dependentes.

Tabela 7. Cálculo da estatística de teste para amostras dependentes.

Variáveis	Graus de liberdade	Estatística de Teste
$d$ , diferença individual entre os dois valores em um único par associado; $\mu_d$ , valor médio das diferenças $d$ para a população de todos os pares de dados associados; $\bar{d}$ , valor médio das diferenças $d$ para os dados emparelhados amostrais; $s_d$ , desvio padrão das diferenças $d$ para os dados emparelhados amostrais; $n$ , tamanho da amostra.	gl = $n - 1$	<i>Equação 13. Estatística de teste para duas médias dependentes.</i> $t = \frac{(\bar{d} - \mu_d)}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$

## 2.2.4. Análise da Variância (ANOVA) e Tukey

A análise da variância (ANOVA, do inglês: *Analysis of Variance*) é um teste estatístico que mantém o erro tipo I em um nível constante, permitindo a tomada de uma única decisão global sobre a existência de uma diferença significativa entre as várias médias amostrais comparadas [59]. Esse teste gera uma razão  $F$  cujo numerador representa o tamanho da média quadrática entre grupos e cujo denominador contém o tamanho da média quadrática dentro de grupos.

Interpreta-se a razão  $F$  da mesma forma que se interpretou a estatística de teste das seções anteriores: compara-se a razão  $F$  calculada com uma razão  $F$  apropriada advinda de uma tabela de referência. No caso, a Tabela D do apêndice I. Sendo a razão  $F$  suficientemente grande, rejeita-se a hipótese nula, mantendo a hipótese de pesquisa. A equivalência com o cálculo do  $p$ -valor continua válida.

Como no caso da razão  $t$ , o valor de  $F$  depende do número de graus de liberdade associado. Os graus de liberdade associados ao numerador ( $gl_{\text{entre}}$ ) estão relacionados ao longo da parte superior da página, e os graus de liberdade associados ao denominador ( $gl_{\text{dentro}}$ ) estão listados no lado esquerdo da tabela. O corpo da Tabela D mostra valores críticos da razão  $F$  nos níveis de 0,05 e 0,01 de significância.

Uma razão  $F$  significativa indica que existe uma diferença global entre os grupos que estão sendo estudados; contudo, não há qualquer informação sobre onde exatamente se situa essa diferença. Para tanto, utiliza-se o teste DHS Tukey, conhecido como a diferença honestamente significativa (DHS, do inglês: *honestly significant difference*). A partir do limiar DHS Tukey é possível determinar com precisão onde se situam as diferenças significantes. A Tabela 8 abaixo apresenta as expressões matemáticas necessárias ao cálculo da ANOVA e do DHS Tukey.

Tabela 8. Cálculo da razão F e da estatística de teste DHS Tukey.

Variáveis	Estatística de Teste
<p><math>SQ_{dentro}</math>, soma de quadrados dentro de grupos;  <math>SQ_{entre}</math>, soma de quadrados entre grupos;  <math>gl_{entre} = k - 1</math>, graus de liberdade entre grupos; onde k é o número de grupos;  <math>gl_{dentro} = N_{total} - k</math>, graus de liberdade dentro de grupos; onde <math>N_{total}</math> é o número total de escores em todos os grupos combinados;</p>	<p><i>Equação 14. Razão F.</i></p> $F = \frac{MQ_{entre}}{MQ_{dentro}}$ <p>Onde</p> $MQ_{dentro} = \frac{SQ_{dentro}}{gl_{dentro}}$ <p>e</p> $MQ_{entre} = \frac{SQ_{entre}}{gl_{entre}}$
<p>q, valor tabelado em um nível dado de significância, para o número total de médias de grupo sendo comparadas<sup>18</sup>;  <math>MQ_{dentro}</math>, média quadrática dentro de grupos (obtida pela análise de variância);  <math>N_{grupo}</math>, número de indivíduos em cada grupo.</p>	<p><i>Equação 15. Teste DHS Tukey.</i></p> $DHS = q \sqrt{\frac{MQ_{dentro}}{N_{grupo}}}$

### 2.2.5. Qui-quadrado de Pearson

O teste qui-quadrado de Pearson costuma ser aplicado para avaliar três diferentes aspectos atinentes às distribuições sob análise: aderência, homogeneidade e independência. No teste da aderência, busca-se avaliar o quanto uma distribuição de frequências previamente observadas ( $f_o$ ) difere significativamente de uma determinada distribuição teórica esperada ( $f_e$ ). O teste de homogeneidade compara a distribuição de contagens para dois ou mais grupos usando a mesma variável categórica. Dito de outra forma, na homogeneidade testa-se a afirmação de que diferentes populações têm a mesma proporção de indivíduos com determinada característica [62].

Por fim, o teste de independência avalia se observações não pareadas em duas variáveis, geralmente expressas em uma tabela de contingência, são independentes entre si. Avalia-se o grau de associação entre as medidas. Um valor grande de qui-quadrado indica associação entre as medidas; enquanto que um valor próximo de zero indica a não associação (independência) [59]. Caso seja utilizado o p-valor, a interpretação será similar à utilizada nos testes anteriormente mencionados. *P-valor* menor ou igual ao nível de significância, rejeita-se a hipótese nula e matem-se a hipótese de pesquisa (há correlação

<sup>18</sup> Por meio da Tabela E do apêndice é possível achar o valor de q para o teste DHS Tukey.

entre as médias); *p*-valor maior que o nível de significância, não há indícios suficientes para se dizer que há relação entre as médias.

Independentemente de se testar a aderência, a homogeneidade ou a independência, a forma para se calcular a estatística de teste é a mesma e segue apresentada pela Equação 16 abaixo, onde  $f_o$  e  $f_e$  são, respectivamente, a frequência observada em qualquer categoria e a frequência esperada em qualquer categoria:

*Equação 16. Estatística de Teste qui-quadrado de Pearson.*

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Para se interpretar o valor do qui-quadrado calculado, deve-se determinar o número adequado de graus de liberdade ( $gl = k - 1$ , onde  $k$  é o número de categorias na distribuição de frequências observadas) e se selecionar um nível de confiança como limiar. Após o que, aceita-se ou rejeita-se a hipótese nula de que a distribuição de frequências observadas é a mesma que a distribuição de frequência esperadas. Se a estatística de teste calculada exceder o valor crítico definido pelo nível de significância, rejeita-se a hipótese nula, mantendo-se a hipótese de pesquisa; caso contrário, aceita-se a hipótese nula, rejeitando-se a hipótese de pesquisa.

### 2.2.6. Teorema de Bayes

A partir da probabilidade inicial  $P(A)$ , denominada de probabilidade *a priori*, e, dada a informação de que  $B$  ocorreu (ou dada a suposição de que  $B$  venha a ocorrer), obtém-se a probabilidade *a posteriori*  $P(A|B)$ , dada por:

*Equação 17. Teorema de Bayes.*

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{P(A) P(B|A)}{P(B)}$$

O Teorema de Bayes fornece um mecanismo formal para atualizar a probabilidade inicial, multiplicando-a por  $\frac{P(B|A)}{P(B)}$  [62]. A informação de que  $B$  ocorreu altera a chance de  $A$

ocorrer, se os eventos forem dependentes, pois as probabilidades *a posteriori* são proporcionais às probabilidades *a priori*. Registre-se que  $P(A|B) > P(A)$ , se  $P(B|A) > P(B)$ <sup>19</sup>.

O Teorema de Bayes tem importância fundamental, pois fornece a base para uma abordagem de inferência estatística conhecida como inferência Bayesiana. Em geral, os softwares estatísticos possuem pacotes prontos que permitem a fácil execução dos cálculos afetos ao Teorema de Bayes. Para a presente pesquisa, utilizou-se desses pacotes; contudo, as próximas linhas sintetizarão a teoria que orbita os cálculos empreendidos.

Seja  $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$  uma partição do espaço amostral  $\Omega$  ( $C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_n = \Omega$ ) de forma que  $C_i \cap C_j = \emptyset$ , sempre que  $i \neq j$ . Dado um evento qualquer  $A$  em  $\Omega$ , supõem-se conhecidas as probabilidades  $P(C_i)$  e  $P(A|C_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

A probabilidade de ocorrência do evento  $C_i$ , supondo-se a ocorrência do evento  $A$ , para todo  $i = 1, 2, \dots, n$ , é dada por:

*Equação 18. Probabilidade de ocorrência de  $C_i$ , supondo-se a ocorrência de  $A$  [62].*

$$P(C_i|A) = \frac{P(C_i) P(A|C_i)}{\sum_{j=1}^n P(C_j) P(A|C_j)}$$

Pensando-se  $C_1, C_2, \dots, C_n$  como um conjunto de hipóteses, sendo somente uma delas verdadeira e dado que  $A$  ocorreu, a probabilidade inicial de  $C_i$ ,  $P(C_i)$ , é atualizada de modo a se obter  $P(A|C_i)$ , dada pela Equação 18 acima. Passa-se da probabilidade *a priori* para a probabilidade *a posteriori*.

Para  $A$  fixado, as probabilidades  $P(A|C_i)$  na equação acima são denominadas probabilidades favoráveis ou verossimilhanças das hipóteses  $C_1, C_2, \dots, C_n$ . Percebe-se que  $P(C_i|A) > P(C_i)$ , se  $P(A|C_i) > P(A)$ . Observe-se que o denominador da Equação 18 é uma média ponderada dos  $P(A|C_j)$  e os pesos são as probabilidades  $P(C_j)$ , que têm soma unitária. Como o numerador é sempre uma das parcelas do denominador  $P(A)$ , torna-se indispensável o uso de um novo índice,  $j$ , na decomposição deste [62].

### 2.3. Ferramentas Computacionais

A utilização de meios computacionais para automatizar tarefas repetitivas relacionados ao objeto da pesquisa permite a análise de uma maior quantidade de dados em menor intervalo de tempo, desde que pronto o aparato tecnológico para se abordar o

<sup>19</sup>  $P(B|A)$  (probabilidade favorável) é o grau de crença em  $B$ , dado que a proposição  $A$  é verdadeira.



problema: algoritmos, bancos de dados, interfaces. Além disso, facilita a manipulação e o cruzamento de dados e a criação de cenários difíceis de serem formatados a partir de métodos manuais. Outro ponto favorável aos métodos computacionais é a confiabilidade que apresentam, por minimizarem erros de operação e por evitarem diferentes interpretações para uma mesma situação fática.

O escopo do presente projeto somente foi atingido devido à utilização de ferramentas computacionais. A linguagem de programação Python foi empregada na confecção de dois algoritmos que operacionalizaram procedimentos metodológicos redundantes, enquanto que as ferramentas “R para computação estatística” e “*RStudio*” facilitaram a manipulação do Bancos de Dados, a análise e a aplicação dos testes estatísticos empreendidos no contexto da presente pesquisa.

### 2.3.1. Algoritmos em Python

Python é poderoso e rápido, comunica-se bem com outros softwares e está bastante difundido no mundo da tecnologia. Além disso, possui código aberto, é amigável e fácil de aprender. Essas são algumas das razões pelas quais as pessoas que usam o Python preferem não usar mais nada [63]. Nessa linha, escolheu-se a linguagem de programação Python para se confeccionar os algoritmos “explode\_nist.py” e “marca\_areas.py” que, basicamente, foram criados para organizar e facilitar os procedimentos repetitivos necessários à consecução dos objetivos deste trabalho.

O algoritmo “explode\_nist.py” segrega as imagens das dez impressões digitais de cada um dos arquivos de formato “.NIST” extraídos do AFIS/PF e as salva convenientemente com nome e extensão pré-estabelecidos para favorecer o objeto desta pesquisa. Na operação, utilizou-se funções prontas do Software de Imagem Biométrica NIST (NBIS, do inglês: *NIST Biometric Image Software*).

O algoritmo “marca\_areas\_py” facilita a marcação das três áreas (radial, ulnar e proximal) de contagem de linhas e induz o operador à proceder à contagem de albotilares e à classificação do tipo fundamental, salvando convenientemente a imagem processada e chamando a próxima imagem para nova execução dos procedimentos de contagem e classificação, tudo por meio de acionamentos de botões do teclado ou cliques de mouse. Os códigos, na íntegra, seguem explicitados no apêndice II.

### 2.3.2. Algoritmos em “R”

O projeto R é um ambiente para computação e gráficos estatísticos bastante semelhante ao renomado e pago ambiente S. O R fornece uma ampla variedade de técnicas estatísticas (modelagem linear e não linear, testes estatísticos clássicos, análise de séries temporais, classificação, agrupamento) e técnicas gráficas, além de ser altamente extensível. A linguagem S é frequentemente o veículo de escolha para pesquisa em metodologia estatística, e a linguagem R fornece uma rota alternativa de código aberto para a participação nessa atividade [64].

Já o RStudio é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE, do inglês: *Integrated Development Environment*) para R que inclui console, editor de realce de sintaxe que suporta execução direta de código, além de ferramentas para plotagem, histórico, depuração e gerenciamento de espaço de trabalho [65]. Trata-se de uma ferramenta disponível em edições comerciais e de código aberto, podendo ser executado sob diversos sistemas operacionais. O RStudio facilita sobremaneira a operação com o sistema R, deixando-o mais interativo e melhorando a depuração dos algoritmos.

Todos os códigos gerados em R para a consecução da presente pesquisa seguem explicitados no apêndice II.

## 2.4. Procedimentos

A aplicação dos filtros discriminados na seção 2.1 “O banco de dados” e, posteriormente, a utilização do método estratificado aleatório simples, mencionado na subseção 2.2.1 “Tamanho da amostra e a curva normal”, da seção 2.1 “Métodos Estatísticos”, pautaram a seleção da amostra sob a qual a presente pesquisa foi executada.

Cinco foram os estratos, um para cada uma das cinco regiões do país. Cada subgrupo foi tratado como uma população completa sujeita a uma seleção aleatória simples e, posteriormente, cada um dos elementos selecionados em cada um dos subgrupos foram combinados a fim de gerar uma amostra de todo o universo sob investigação.

A amostra se configura nas individuais datiloscópicas criminais que originalmente foram coletadas pelo método da tinta, mas que também se encontram no AFIS/PF em formato digital. Essas foram massivamente digitalizadas, por um mesmo tipo de scanner,

antes de serem inseridas no AFIS/PF, o que garante que todas possuem a mesma resolução.

A partir da comparação entre a imagem física coletada na tinta e a equivalente digitalizada foi possível se evidenciar a relação entre aquela e esta, permitindo se descobrir a exata correspondência entre elas: de milímetros (imagem física) para pixels (imagem digitalizada).

Em síntese, escolheu-se dois pontos fixos na impressão digital proveniente da tinta e, depois, com uma régua milimetrada mediu-se a distância entre eles. Em seguida, localizou-se os mesmos dois pontos na imagem digitalizada da impressão digital e calculou-se a quantidade de pixels entre eles, com o auxílio de um programa editor de imagens. O contraste entre as duas aferições (a unidade de medida: milímetros, na primeira; pixels, na segunda) mostrou a correlação entre as diferentes unidades de medidas afetas a cada tipo de imagem: física e digital.

De posse dessa equivalência e após a análise e autorização do presente projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP<sup>20</sup>, vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, desenvolveram-se algoritmos em Python para automatizar as tarefas repetitivas relacionados ao objeto da pesquisa.

Diferentemente do que vem sendo feito pelos já citados pesquisadores da área - contagem de linhas sobre a impressão digital impressa em papel -, utilizou-se de imagens de impressões digitais armazenadas digitalmente. Para tanto, criou-se um algoritmo (`explode_nist.py`) que segregava as imagens dos datilogramas de arquivos de formato “.NIST” extraídos do AFIS/PF e as salva com nome e extensão cuidadosamente pré-estabelecidos para favorecer o objeto desta pesquisa.

Os algoritmos foram empregados sobre as 2.000 impressões digitais (200 indivíduos x 10 dedos de cada indivíduo), auxiliando na classificação dos datilogramas entre os tipos fundamentais presilha, arco e verticilo (vide Tabela 9); na delimitação das três áreas de interesse para a obtenção da característica RD; e na contagem das albotilares (WLC).

---

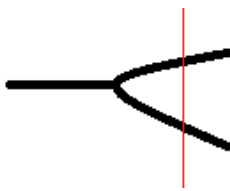
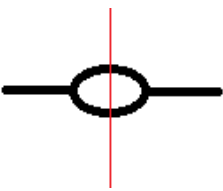

<sup>20</sup> Protocolo nº 069942/2019, de 10/06/2019, CAAE: 15353019.8.0000.0030, Faculdade de Saúde - Universidade de Brasília - UnB. Segundo o artigo 14 da resolução 466, de 12 de dezembro de 2012, do Ministério da Saúde o CEP/CONEP deve autorizar a: “pesquisa envolvendo seres humanos - pesquisa que, individual ou coletivamente, tenha como participante o ser humano, em sua totalidade ou partes dele, e o envolva de forma direta ou indireta, incluindo o manejo de seus dados, informações ou materiais biológicos”.

Tabela 9. Tipos Fundamentais.

		
Arco	Presilha	Verticilo
É o datilograma adéltico constituído de linhas (ligeiramente paralelas) abauladas que atravessam ou tendem a atravessar o campo digital, podendo muitas vezes apresentar linhas angulares ou verticais.	É o datilograma que apresenta um delta lateralizado em relação ao núcleo. O núcleo é constituído de uma ou mais laçadas.	É o datilograma que apresenta um delta à direita e outro à esquerda do núcleo, sendo este de forma variada, apresentando pelo menos uma linha curva à frente de cada delta.

O Cálculo da RD foi executado para as duas áreas distais (radial e ulnar) e para a área proximal e ocorreu sobre a diagonal de um quadrado de 5mm de lado, maximizando as chances de a contagem de linhas ocorrer perpendicularmente ao fluxo de linhas e em áreas bem definidas da impressão digital. Para as bifurcações e lagos, conta-se duas linhas; ao passo que para os pontos, não são contabilizadas quaisquer linhas, conforme ilustra a Tabela 10.

Tabela 10. Contagem de linhas sobre a bifurcação, o lago e o ponto.

Bifurcação	Lago	Ponto
		
Contam-se duas linhas	Contam-se duas linhas	Não se conta linha

O início da contagem de linhas para as áreas distais (radial e ulnar) é o mesmo, sendo localizado duas linhas acima da linha nuclear, o mais ao centro possível, no caso de verticilo e presilha. Entende-se por linha nuclear a mais interna que execute uma volta

completa. Em se tratando de arcos, a contagem se inicia duas linhas acima do cume mais próximo ao ponto médio do datilograma, o mais ao centro possível.

A contagem para a área proximal tem início na primeira linha visível logo acima da prega interfalangeana mais próxima à ponta do dedo, sobre o mesmo eixo vertical que se iniciaram as contagens distais.

Os pontos de início de contagem para as áreas distais e proximais foram definidos a partir de toques do mouse, no âmbito do algoritmo “marca\_areas.py”. Este, quando executado, apresenta a imagem do datilograma na tela do computador. O operador, após definir visualmente o ponto de início para as áreas distais, move o cursor até este ponto e pressiona a botão esquerdo do mouse. Para a área proximal, o procedimento é semelhante. A diferença reside no botão, sendo que para delimitar esta área deve ser acionado o botão direito sobre o ponto de início de contagem (primeira linha visível logo acima da prega interfalangeana).

As RDs foram obtidas por unidade de área ( $25\text{mm}^2$ ) nas duas áreas distais, assim como na área proximal, por um único operador, afastando a necessidade de análises estatísticas de erros procedimentais entre operadores que pudessem enviar os dados.

As contagens de linhas para as três áreas (radial, ulnar e proximal) de todos os dez dedos de cada um dos indivíduos permitiram estimar a média de cada área e de cada dedo para ambos os sexos. As diferenças entre os sexos para as três áreas foram analisadas para cada dedo, para ambas as mãos (esquerda e direita) e globalmente (dez dedos).

Os dedos foram identificados numericamente de 1 a 10, com o dedo 1 sendo o polegar direito e o dedo 10, o mínimo esquerdo. A localização das áreas ulnar e radial variam especularmente conforme a mão. A área radial se encontra à esquerda nos dedos da mão esquerda e à direita nos dedos da mão direita. A área ulnar se localiza à direita para os dedos da mão esquerda e à esquerda para os dedos da mão direita (Figura 17); contudo, quando a referência for a impressão digital, os lados são alterados especularmente.

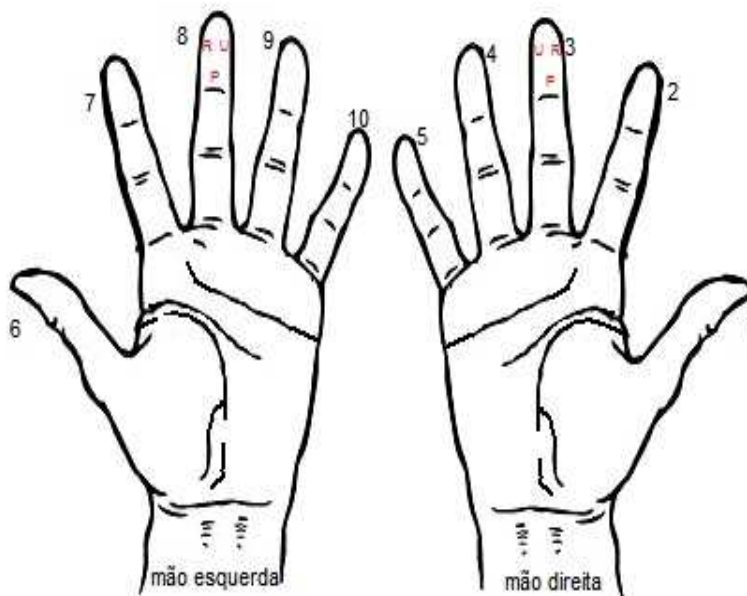


Figura 17. Numeração dos dez dedos e, em vermelho, localização das áreas de contagem no dedo.

Após os cliques do mouse para definição e delimitação das áreas sobre as quais a característica RD será mensurada, o algoritmo aguarda o acionamento de um dos seguintes botões do teclado: ‘w’, ‘l’ ou ‘a’. Estes foram definidos, respectivamente, para classificar os datilogramas entre um dos três tipos fundamentais: verticilo, presilha e arco.

Na sequência, o operador deve informar a contagem de linhas brancas (WLC) presentes no datilograma. Para tanto, codificou-se o algoritmo para reconhecer o toque sobre os botões de letras do teclado, da seguinte forma: tecla ‘a’, significa 0 (zero); tecla ‘b’, significa 1 (um); tecla ‘c’, significa 2 (dois). Prosseguiu-se, em ordem alfabética, até a letra ‘j’, que significa a existência de 9 (nove) ou mais albotilares no datilograma.

A WLC foi obtida a partir da observação direta e quantificação manual da incidência dessas estruturas em cada uma das impressões digitais. As diferenças entre os sexos foram analisadas para cada dedo, para ambas as mãos (esquerda e direita) e globalmente (dez dedos).

As decisões do operador são salvas pelo algoritmo (`marca_areas.py`) em um arquivo de texto, juntamente com as informações sobre sexo, mão, dedo, região geográfica e número indexador do doador da impressão digital (RF proveniente do SINIC). Em seguida, uma nova imagem é apresentada na tela do computador, viabilizando que o procedimento seja repetido para outro datilograma (até que todas as 2.000 imagens fossem analisadas).

Todas as 2.000 (duas mil) imagens foram, posteriormente, novamente acessadas e ampliadas convenientemente para a melhor definição da contagem de linhas de cada uma

das três áreas (ulnar, radial e proximal). As respectivas densidades de linhas foram registradas no mesmo arquivo de texto acima mencionado.

Uma das vantagens de se trabalhar com imagens digitais está na facilidade de ampliação destas. Uma vez que a imagem esteja aberta por um visualizador de imagens qualquer, basta acessar a ferramenta de zoom disponível e aumentá-la convenientemente. Este procedimento foi utilizado para facilitar a contagem de linhas nas três áreas afetadas à RD. Ampliou-se cinco vezes a imagem original, conforme ilustra a Figura 18.

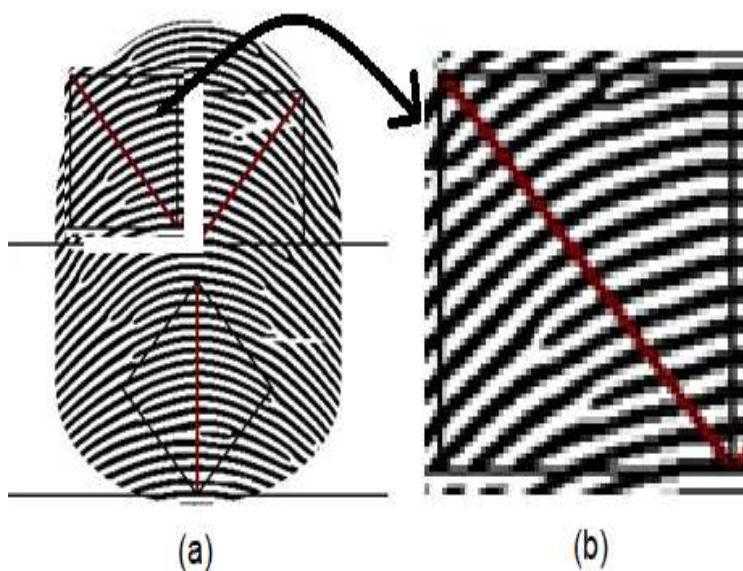


Figura 18. a) Representação de um datilograma processado pelo algoritmo `marca_areas.py`. b) Representação do datilograma ampliada cinco vezes, destacando a diagonal sobre a qual é mensurada a característica RD. Para a área em destaque, a RD foi 16 linhas/25mm<sup>2</sup>.

Os dados obtidos foram estatisticamente analisados usando as ferramentas “RStudio” e “R para computação estatística” e a maioria dos testes empreendidos obedeceram ao nível de significância de 5%. As diferenças entre sexos e mãos foram comparadas usando o teste t de *Student*; e as diferenças entre os dedos, as três áreas da impressão digital e a região geográfica do doador do datilograma foram comparadas pelos métodos de Análise de Variância (ANOVA) e de comparações múltiplas de médias de Tukey. A dependência do tipo fundamental com relação ao sexo foi analisada pelo teste qui-quadrado de Pearson, uma vez que este é o teste adequado para se mensurar a dependência entre duas variáveis categóricas.

A razão de verossimilhança – LR (do inglês, *likelihood ratio*) foi calculada para se obter as inferências de probabilidades do sexo baseadas nos valores de RD ou WLC [66].

Fazendo RD a densidade de linhas, WLC a contagem de linhas brancas, C o doador masculino, e C<sup>1</sup> o doador feminino, a LR advém das equações abaixo, conforme o caso:

*Equação 19. Cálculo da razão de verossimilhança – LR para a RD.*

$$LR (RD) = \frac{\text{probabilidade de se observar uma dada RD, se o doador for homem}}{\text{probabilidade de se observar uma dada RD, se a doadora for mulher}} = \frac{P\left(\frac{RD}{C}\right)}{P\left(\frac{RD}{C^1}\right)}$$

*Equação 20. Cálculo da razão de verossimilhança – LR para a WLC.*

$$LR (WLC) = \frac{P\left(\frac{WLC}{C}\right)}{P\left(\frac{WLC}{C^1}\right)}$$

O valor de LR se configura na força de suporte para uma das hipóteses: C ou C<sup>1</sup> (quanto maior, maior a indicação da hipótese). As probabilidades *a posteriori* P(C/RD) e P(C<sup>1</sup>/RD) foram calculadas pelo teorema de Bayes. As informações obtidas das LR e das probabilidades posteriores foram utilizadas para evidenciar as probabilidades favoráveis de sustentação da hipótese mais provável (C ou C<sup>1</sup>) para uma dada RD ou WLC.

As probabilidades *a priori* de homens P(C) e mulheres P(C<sup>1</sup>) dependem do grau de conhecimento que se tem a respeito dos possíveis doadores. Considerando que esta pesquisa empreendeu amostras equânimes para os sexos, a probabilidade *a priori* foi estimada em 50% para cada sexo, fazendo com que P(C) = P(C<sup>1</sup>) = 0,5. A equação abaixo exemplifica a aplicação do teorema de Bayes, para o cálculo da probabilidade *a posteriori* (favorável) para o sexo masculino, a partir de uma dada RD.

*Equação 21. Teorema de Bayes para o cálculo da probabilidade favorável de ser homem, a partir de uma dada RD.*

$$P(RD|C) = P(RD) \frac{P(C|RD)}{P(C)}$$



### 3. Resultados e discussões

À luz dos conceitos apresentados na seção 2.2 “Métodos estatísticos”, evidenciou-se a aderência da distribuição dos dados objeto do presente estudo à curva normal, justificando a aplicação dos testes de hipóteses sem a necessidade de adaptações dos requisitos exigidos por cada um deles a situações diversas da curva normal. A figura 19 abaixo exemplifica a distribuição (de sino) da RD da área ulnar, separada entre homens e mulheres.

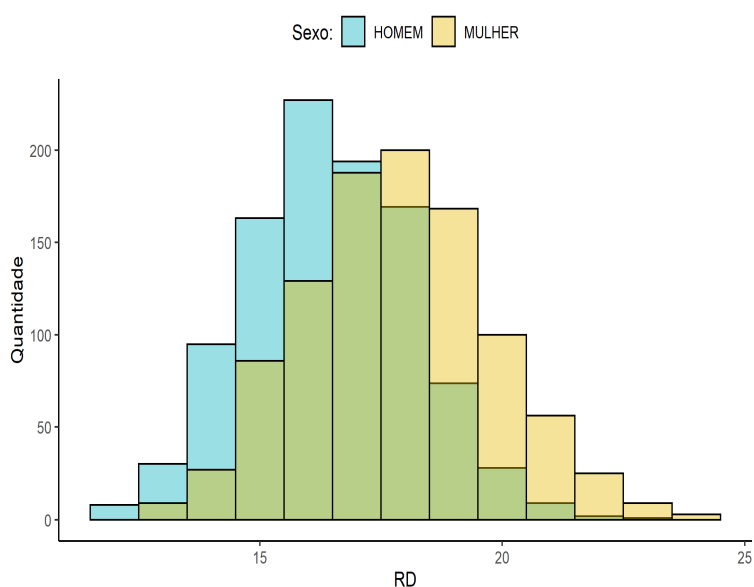


Figura 19. Distribuição da RD Ulnar da amostra de 200 brasileiros. O azul se refere aos dados de homens; amarelo, às mulheres; e a interseção é apresentada em verde.

Visando evitar apenas análises empíricas (gráficas) para a adequação dos dados amostrais à distribuição normal, como a apresentada pela Figura 19, foram executados testes de normalidade Shapiro-Wilk. Em todos os casos, os *p-valores* obtidos foram muito inferiores ao nível de significância ( $\alpha = 0,01$ ), o que permite afirmar, com 99% de confiança, que não há evidências significativas contrárias à distribuição normal dos dados. A Tabela 11 resume alguns desses resultados.

Tabela 11, Resultados do teste Shaprio-Wilk sobre diferentes amostras.

Tipo de amostra	<i>p</i> -valor	Distribuição normal para significância de 1%?
RD Ulnar	< 2.2e-16	Sim, com 99% de confiança
RD Radial	< 2.2e-16	Sim, com 99% de confiança
RD Proximal	= 1.361e-15	Sim, com 99% de confiança
WLC	< 2.2e-16	Sim, com 99% de confiança
RD Ulnar somente homem	= 2.519e-13	Sim, com 99% de confiança
RD Radial somente homem	= 2.935e-14	Sim, com 99% de confiança
RD Proximal somente homem	= 2.907e-11	Sim, com 99% de confiança
WLC somente homem	< 2.2e-16	Sim, com 99% de confiança
RD Ulnar somente mulher	= 7.317e-12	Sim, com 99% de confiança
RD Radial somente mulher	= 1.274e-12	Sim, com 99% de confiança
RD Proximal somente mulher	= 4.373e-10	Sim, com 99% de confiança
WLC somente mulher	< 2.2e-16	Sim, com 99% de confiança

A partir dos métodos estatísticos já referenciados, calculou-se, também, os tamanhos das amostras utilizadas nas inferências populacionais e as respectivas margens de erros associadas. À medida que a massa de dados é filtrada, separando o banco de dados original sob determinado aspecto (sexo, mão, dedo, etc), o tamanho da amostra diminui, o que, conseqüentemente, aumenta a margem de erro associada às inferências populacionais. A Tabela 12 resume alguns desses resultados.

Tabela 12. Tamanhos das amostras e os respectivos erros.

Tipo	Tamanho da Amostra	Erro Padrão	Margem de Erro	Nível de Confiança
Indivíduos totais	200	0,04	0,07	95%
Indivíduos de um único sexo	100	0,05	0,10	95%
Impressões digitais totais	2000	0,02	0,03	95%
Impressões digitais de indivíduos de um único sexo	1000	0,02	0,03	95%
Indivíduos por Região Geográfica	40	0,08	0,15	95%
Indivíduos por Região Geográfica e por um único sexo	20	0,11	0,22	95%
Média RD radial sexo feminino	1000	0,06	0,12	95%
Média RD radial sexo masculino	1000	0,06	0,11	95%
Média WLC sexo masculino	1000	0,10	0,20	95%
Média WLC sexo feminino	1000	0,16	0,32	95%
Média RD ulnar sexo feminino dedo anular	200	0,14	0,27	95%

As comparações entre as imagens das impressões digitais e as impressões digitais físicas originalmente coletadas em tinta evidenciaram a relação entre aquelas e estas,

permitindo se descobrir que 204 pixels da imagem digital equivalem a 10 milímetros da impressão aposta no papel (20,4 pixels/mm).

Essa informação foi utilizada no âmbito do algoritmo “marca\_areas.py” para delinear as três áreas (ulnar, radial e proximal) de aferição da RD, uma vez que o lado de 5mm do quadrado utilizado pela literatura para o estabelecimento da característica RD, nesta pesquisa, passou a equivaler a 102 pixels na imagem digital.

A Tabela 13 mostra as RDs médias das três áreas de cada uma das impressões digitais analisadas e, também, a WLC auferida sobre as mesmas impressões digitais, enquanto que a Figura 20 apresenta em um gráfico de caixas as RDs. Percebe-se que a média da RD proximal se distancia das demais, enquanto que as médias da RD ulnar e radial são próximas entre si.

Tabela 13. RDs e WLC da amostra estudada.

Característica	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
RD Ulnar	17,15	1,99	0,04
RD Radial	16,98	1,97	0,04
RD Proximal	13,97	2,18	0,05
WLC	0,63	1,37	0,03

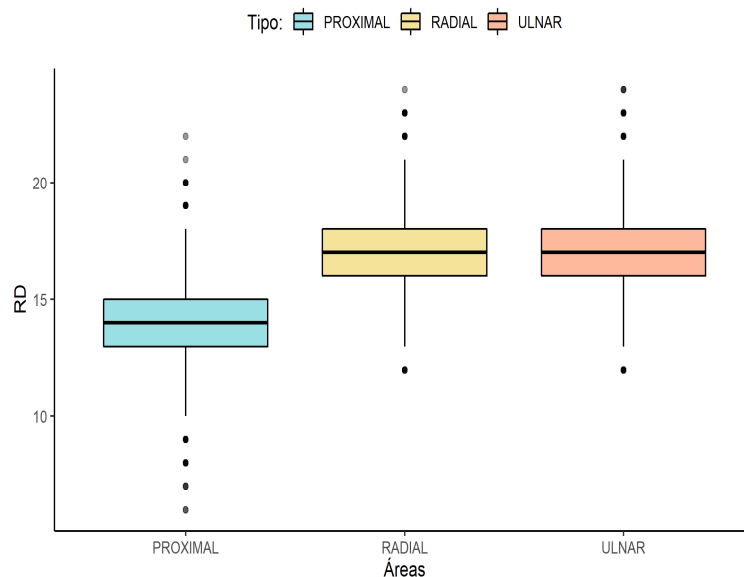


Figura 20. Gráfico de caixa para as RDs ulnar, radial e proximal.

Para verificar se as diferenças entre as RDs de cada uma das três áreas são estatisticamente relevantes, aplicou-se o teste de análise de variância (ANOVA). Este

revelou que há diferenças significativas entre as áreas, pois o *p*-valor calculado foi menor que  $2.2e-16$  (muito inferior ao nível de significância  $\alpha = 0,01$ ). Para melhor entender essas diferenças, empreendeu-se o teste DHS Tukey, cujos resultados seguem na Tabela 14 abaixo.

Tabela 14. Teste DHS Tukey das RDs de cada uma das três áreas das impressões digitais.

Par comparado	Diferença entre as médias	Ponto final inferior (nível de confiança em 99%)	Ponto final superior (nível de confiança em 99%)	<i>P</i> -valor após o ajuste para as comparações múltiplas
Radial-Proximal	3.0135	2.8245662	3.2024338	0.0000000
Ulnar-Proximal	3.1780	2.9890662	3.3669338	0.0000000
Ulnar-Radial	0.1645	-0.0244338	0.3534338	0.0300736

A diferença da área proximal com relação às demais áreas, já evidenciada pela figura 20, apresenta-se inequívoca a partir dos valores discriminados na Tabela 14 (*p*-valores muito inferiores a  $\alpha = 0,01$ ). Contudo, a comparação entre as áreas ulnar e radial (o *p*-valor = 0,0300736 é superior ao nível de significância  $\alpha = 0,01$ ), à luz do teste DHS Tukey, sugere a equivalência estatística entre os dados dessas áreas. Dito de outra forma, não há elementos contraditórios suficientes para se rejeitar a hipótese nula, a qual considera que as médias dessas áreas são equivalentes.

Como mencionado na introdução, a classificação da área do datilograma como ulnar e radial depende da mão. Considerando que em uma cena de crime, por exemplo, nem sempre é possível inferir de qual mão o fragmento de impressão digital é proveniente e que o teste DHS Tukey de comparação entre as áreas ulnar e radial não apresentou diferenças estatísticas, julgou-se oportuno capitanear os testes estatísticos à frente também para os dados unificados dessas duas áreas, criando uma outra característica denominada RD Distal (RD radial + RD ulnar = RD distal). Cabe registrar que há exemplo na literatura de unificações dessas áreas [67].

Dessa forma, as características utilizadas nas comparações entre grupos, neste trabalho, foram cinco: RD Ulnar, RD Radial, RD Distal, RD Proximal e WLC. Para saber se homens se diferenciam de mulheres, por exemplo, os cálculos se basearão em uma, duas ou em todas essas características. Após a aplicação do teste estatístico apropriado, caso o *p*-valor calculado seja inferior ao nível de significância ( $\alpha = 0,05$ , por exemplo), será

possível afirmar, com 95% de confiança, que homens e mulheres são diferentes sob determinada característica.

Outro ponto digno de nota se refere à possibilidade de o banco de dados amostral ser convenientemente filtrado sob os seguintes aspectos, ou combinações subsequentes desses: sexo, mão, dedo, região geográfica e tipo fundamental. Entretanto, é importante mencionar que à medida que os filtros são aplicados, a massa de dados é reduzida. Isso faz com que o tamanho da amostra diminua, aumentando a margem de erro e prejudicando as inferências sobre a população.

A Tabela 15 resume algumas dessas informações e discrimina onde encontrar cada tipo de resultado, por filtro e/ou característica utilizados, discriminando a respectiva seção.

Tabela 15. Tipo de resultado por filtro e/ou característica associado à respectiva seção.

Filtro	Característica	Resultado	Seção
Sexo	RD Ulnar	As diferenças são significantes	3.1. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e o sexo
	RD Radial		
	RD Distal		
	RD Proximal		
	WLC		
Sexo	RD Ulnar	A densidade de linhas de brasileiros mais se assemelha à de espanhóis, argentinos e tailandeses	3.1.1 Comparação com outras populações
	RD Radial		
	RD Proximal		
	WLC		
Mão	RD Ulnar	As diferenças são significantes	3.2. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre as mãos
	RD Radial		
	RD Distal		
	RD Proximal		
	WLC		
Mão e Sexo	RD Ulnar	As diferenças são significantes	3.2.1 Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre as mãos, por sexo
	RD Radial		
	RD Proximal		
	WLC		
Dedo	RD Ulnar	55% das diferenças são significantes	3.3. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre os dedos
	RD Radial		
	RD Distal		
	RD Proximal		
	WLC		
Dedo e Sexo	RD Distal	68% das diferenças são significantes	3.3.1. Densidades Distal e Proximal de Linhas e as diferenças entre os dedos, por sexo
	RD Proximal	34% das diferenças são significantes	
Região Geográfica	RD Ulnar	26% das diferenças são significantes	3.4. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e origem do doador a impressão digital
	RD Radial		
	RD Distal		
	RD Proximal		
	WLC		
Tipo Fundamental e Sexo	RD Ulnar	A partir do tipo fundamental, não se é possível inferior o sexo. 64% das diferenças são significantes	3.5. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e o tipo fundamental da impressão digital
	RD Radial		
	RD Distal		
	RD Proximal		
	WLC		
Sexo	RD Ulnar	As RDs ulnar, radial e distal são efetivas para distinção do sexo, a proximal não se mostrou conclusiva e a WLC pode ser aplicada, mas com ressalvas	3.6. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e os limiares de distinção de sexo
	RD Radial		
	RD Distal		
	RD Proximal		
	WLC		

### 3.1. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e o SEXO

Os valores médios da RD das impressões digitais analisadas, para cada uma das três áreas do datilograma, e o valor médio da WLC, para a mesma amostra, todos classificados por sexo, estão apresentados na Tabela 16. Para todas as áreas de contagem de linhas, a RD foi superior nas mulheres, o mesmo ocorrendo para a WLC. Nesta, a média foi quase três vezes superior nas mulheres (0,93), quando comparada aos homens (0,34).

Tabela 16. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de brasileiros, por sexo.

Característica	Homens (n= 1000)			Mulheres (n= 1000)		
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
RD Ulnar	16,46	1,75	0,06	17,84	1,98	0,06
RD Radial	16,31	1,77	0,06	17,66	1,93	0,06
RD Distal	16,38	1,76	0,04	17,75	1,96	0,04
RD Proximal	13,59	2,04	0,06	14,35	2,25	0,07
WLC	0,34	0,99	0,03	0,93	1,61	0,05

A média da densidade de linhas na área ulnar em ambos os sexos foi superior à da área radial, com as mulheres apresentando 17,84 linhas/25mm<sup>2</sup> na área ulnar e 17,66 linhas/25mm<sup>2</sup> na área radial, e com os homens apresentando 16,46 linhas/25mm<sup>2</sup> na área ulnar e 16,31 na área radial. Independentemente do sexo, a RD da área proximal é inferior à RD das demais áreas, sendo que a média da RD proximal foi 14,35 linhas/25mm<sup>2</sup>, nas mulheres, e 13,59 linhas/25mm<sup>2</sup>, nos homens.

Para determinar se as médias das características RD e WLC diferem significativamente entre os sexos, foi aplicado o teste t de *Student*. Em todos os cinco testes executados – um para cada uma das cinco características –, as diferenças foram significativas entre homens e mulheres, com os *p-valores* inferiores ao nível de significância  $\alpha = 0,05$ . A tabela 17 sintetiza os resultados, permitindo afirmar com 95% de confiança que há diferenças entre o sexo na amostra analisada, sob os aspectos RDs e WLC.

Tabela 17. Teste t de Student das características RDs e WLC com relação ao sexo.

Característica	p-valor	Diferenças relevantes para significância de 5%?
RD Ulnar (homem X mulher)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
RD Radial (homem X mulher)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
RD Distal (homem X mulher)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
RD Proximal (homem X mulher)	= 4.999e-15	Sim, com 95% de confiança
WLC (homem X mulher)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança

### 3.1.1. Comparação com outras populações

A Tabela 18 apresenta a estatística descritiva disponível para as RDs radial, ulnar e proximal e para a WLC, por sexo, para diferentes populações. Apesar de a literatura dominante historicamente ter se utilizado somente da RD radial para comparações, julgou-se oportuno fazer constar também outras características, uma vez que os estudos mais recentes têm apresentado outros resultados que vão além da RD radial.

A exemplo do que ocorre para diversas populações, a RD das mulheres é superior à dos homens, nas três áreas, o mesmo ocorrendo para a WLC. De maneira geral, os resultados para a população brasileira mais se assemelham aos obtidos nos estudos para as populações argentina, espanhola e tailandesa, com relação à RD. No que concerne à WLC, os resultados para os homens brasileiros (WLC média = 0,34) são bastante similares ao encontrados para os homens filipinos (WLC média = 0,38); contudo, para as mulheres, a diferença foi extremamente grande, com a média brasileira igual a 0,93 e a filipina igual a 7,33.



Tabela 18. Estatística descritiva da RD e WLC de acordo com o sexo nas diferentes populações.

Amostra	Referência	Densidade de linhas (desvio-padrão)						WLC	
		Radial		Ulnar		Proximal		Homem	Mulher
		Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher		
Afro americanos	[38]	10,90 (1,15)	12,61 (1,43)						
Americanos Caucasianos	[38]	11,14 (1,31)	13,32 (1,24)						
Malásia	[45]	11,44 (0,99)	13,64 (0,91)						
China	[45]	11,73 (1,07)	14,15 (1,04)						
Índia	[44]	11,05 (1,11)	14,2 (0,63)						
Sul da Índia	[41]	12,80 (0,90)	14,60 (0,09)						
Sul da Índia	[42]	12,57 (1,49)	14,15 (1,68)						
Norte da Índia	[51]	15,84 (1,23)	17,94 (2,23)	15,51 (1,08)	17,11 (1,21)	11,29 (1,11)	12,05 (0,87)		
Norte da Índia (Sikh Jat)	[68]	12,05 (0,97)	14,14 (0,72)						
Norte da Índia (Bania)	[68]	12,99 (1,19)	15,61 (1,43)						
Argentina (Mataco- Mataguayo)	[52]	16,62 (2,71)	17,82 (2,87)	16,54 (2,80)	17,29 (1,76)	14,20 (2,01)	14,63 (1,42)		
Argentina (Jujuy)	[39]	16,86 (1,73)	18,79 (1,73)	16,25 (1,68)	17,69 (1,66)	14,21 (1,30)	15,61 (1,55)		
Argentina (Buenos Aires)	[69]	15,56 (1,49)	17,82 (1,36)	14,96 (1,55)	17,00 (1,68)	13,27 (1,11)	14,27 (1,18)		
Argentina (Chubut)	[69]	16,08 (1,47)	18,36 (1,83)	14,65 (1,48)	16,58 (1,68)	14,07 (1,42)	14,78 (1,34)		
Espanha	[31]	16,85 (1,76)	19,11 (1,79)	15,38 (1,49)	16,84 (1,58)	12,62 (1,45)	13,76 (1,52)		
Espanha (Nativos, mas juniores)	[24]	16,19 (1,22)	18,24 (1,66)	14,63 (1,20)	16,44 (1,40)	12,25 (1,11)	13,27 (1,10)		
Espanha (Nativos, mas seniores)	[24]	14,22 (1,07)	15,81 (1,21)	12,81 (1,08)	14,25 (1,24)	12,07 (1,23)	13,05 (0,95)		
Tailândia (nordeste)	[35]	15,97 (1,16)	17,23 (1,17)	16,23 (1,54)	16,98 (1,64)				
Filipinas	[43]	14,57 (1,43)	15,89 (1,69)	13,10 (1,27)	14,22 (1,51)	11,36 (1,54)	11,97 (1,70)	0,38 (1,13)	7,33 (5,83)
Sudão	[46]	12,80 (0,92)	14,50 (1,18)	13,02 (0,90)	14,73 (1,25)	9,75 (0,80)	10,80 (0,93)		
Brasil	Este trabalho	16,31 (1,77)	17,66 (1,93)	16,46 (1,75)	17,84 (1,98)	13,59 (2,04)	14,35 (2,25)	0,34 (0,99)	0,93 (1,61)

### 3.2. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre as mãos

Testes t de *Student* para amostras pareadas mostraram que as RDs e WLC apresentaram diferenças significantes entre as mãos (*p-valores* inferiores ao nível de

significância  $\alpha = 0,05$ ), conforme Tabela 19. Na mão esquerda, a RD foi maior na área ulnar, seguida pela radial e proximal, nesta ordem; na mão direita, a RD radial foi maior, seguida pela RD ulnar e, por último, a RD proximal. A mão esquerda apresentou maior WLC que a direita (vide Tabela 20).

Tabela 19. Teste t de Student das características RDs e WLC com relação à mão.

Característica	p-valor	Diferenças relevantes para significância de 5%?
RD Ulnar (direita X esquerda)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
RD Radial (direita X esquerda)	= 0.0002799	Sim, com 95% de confiança
RD Distal (direita X esquerda)	4.841e-06	Sim, com 95% de confiança
RD Proximal (direita X esquerda)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
WLC (direita X esquerda)	= 2.352e-08	Sim, com 95% de confiança

Tabela 20. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de impressões digitais de brasileiros, por mão.

Característica	Mão direita (n= 1000)			Mão esquerda (n= 1000)		
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
RD Ulnar	16,70	1,90	0,06	17,59	1,98	0,06
RD Radial	17,14	1,99	0,06	16,82	1,94	0,06
RD Distal	16,92	1,96	0,04	17,21	2,00	0,04
RD Proximal	14,46	1,96	0,06	13,48	2,28	0,07
WLC	0,46	1,10	0,03	0,80	1,57	0,05

### 3.2.1. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre as mãos, por sexo

Da seção 3.1, restou demonstrado que as características RDs e WLC variam conforme o sexo; enquanto que na seção 3.2, percebeu-se que as mesmas características variam com relação à mão. Em uma análise mais profunda que congregou os filtros sexo e mão conjuntamente, evidenciou-se que as diferenças estatisticamente significativas ainda perduram.

Nessa linha, a tabela 21 apresenta a estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de brasileiros, por sexo e mão, e os dados sobre os testes t de *Student* empreendidos. As RDs radial e proximal são maiores para a mão direita,

independentemente do sexo; enquanto que as RD ulnar e a WLC são maiores para a mão esquerda, também de forma indiferente ao sexo.

No banco de dados estudado, não há qualquer menção à mão dominante do doador da impressão digital (destro ou canhoto), inviabilizado inferências das possíveis relações com as maiores ou menores incidências das características por mão. Entretanto, com relação à WLC, considerando os fortes indícios de que fatores externos como exposição à água ou a produtos químicos influenciam o aparecimento de albotilares, a maior incidência em mulheres é coerente com a realidade brasileira, pois as mulheres ainda são as maiores responsáveis por afazeres domésticos, no Brasil.

Tabela 21. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de brasileiros, por sexo e mão, e os testes *t* de Student.

Característica	Sexo	Diferença	Médias		Erro Padrão	<i>p</i> -valor
			Esquerda	Direita		
Ulnar	Masculino	0,734	16,822	16,088	0,072	3,31625e-22
	Feminino	1,052	18,368	17,316	0,078	1,93147e-35
Radial	Masculino	-0,320	16,146	16,466	0,071	8,81997e-06
	Feminino	-0,320	17,502	17,822	0,074	1,85516e-05
Proximal	Masculino	-1,056	13,064	14,120	0,098	1,69017e-24
	Feminino	-0,890	13,904	14,794	0,085	2,80143e-23
WLC	Masculino	0,162	0,422	0,260	0,041	7,38682e-05
	Feminino	0,520	1,186	0,666	0,069	2,55357e-13

### 3.3. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e as diferenças entre os dedos

O teste ANOVA foi utilizado para examinar as diferenças entre os dedos. Sob todas as características testadas, detectaram-se diferenças estatisticamente significantes, sendo que os resultados estão compilados na Tabela 22. Percebe-se que os *p*-valores foram muito inferiores ao nível de significância de 5%, em todos os casos.

Tabela 22. Teste ANOVA para a variação das RDs e WLC com relação ao dedo.

Característica	<i>p</i> -valor	Diferenças relevantes para significância de 5%?
RD Ulnar (dedos)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
RD Radial (dedos)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
RD Distal (dedos)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
RD Proximal (dedos)	< 2.2e-16	Sim, com 95% de confiança
WLC (dedos)	= 6.08e-11	Sim, com 95% de confiança

O Teste DHS Tukey completo para os dedos e para as cinco características investigadas mostrou que 123 (55%) das 225 comparações executadas são estatisticamente relevantes (possuem *p*-valores inferiores a 0,05). Os resultados de todas as comparações podem ser consultados na Tabela E, do apêndice III, enquanto que as comparações para as características RD Distal e RD Proximal constam da Tabela 23 abaixo.

*Tabela 23. Teste DHS Tukey da RD distal e RD proximal com relação ao dedo. Quando *p*-valor < 0,05, registrou-se a diferença estatisticamente significativa com um “Sim”; quando o *p*-valor > 0,05, registrou a não diferença com um “Não”; quando 0,01 < *p*-valor < 0,05, além do “Sim” para marcar que a diferença foi estatisticamente significativa (0,05), pintou-se a célula de amarelo para evidenciar que estas diferenças não ocorreriam para o nível de significância de 0,01.*

RD Proximal												RD Distal
Direita	Polegar	X	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
	Indicador	Não	x	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	
	Médio	Sim	Não	x	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	
	Anular	Não	Não	Sim	x	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	
	Mínimo	Sim	Não	Não	Sim	x	Sim	Sim	Não	Sim	Não	
Esquerda	Polegar	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	X	Não	Sim	Sim	Sim	
	Indicador	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	x	Sim	Sim	Sim	
	Médio	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	x	Sim	Não	
	Anular	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	x	Não	
	Mínimo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	x	
	Polegar	Indicador	Médio	Anular	Mínimo	Polegar	Indicador	Médio	Anular	Mínimo		
	Direita					Esquerda						

Percebe-se que o dedo anular da mão esquerda, por exemplo, diferencia-se do polegar, indicador e médio da mão esquerda; porém, com relação à mão direita, este dedo diferencia-se do polegar, indicador, médio e mínimo, sob o aspecto RD distal. Se o mesmo dedo for analisado sob a perspectiva da característica RD Proximal, a única diferença será com relação ao dedo mínimo, na mão esquerda; enquanto que na mão direita, a diferença ocorrerá com o polegar e o anular.

Impende registrar, ainda, que os valores “Sim” assinalados de amarelo na Tabela 23 indicam com 95% de confiança que os pares de dedos envolvidos são estatisticamente diferentes, para um nível de significância  $\alpha = 0,05$ ; entretanto, para um nível de significância  $\alpha = 0,01$ , os mesmos pares de dedos não seriam estatisticamente diferentes. Percebe-se que resultados diferentes podem ser obtidos, bastando, para tanto, ajustar o nível de significância.

A Tabela 24 apresenta a estatística descritiva para as RDs e WLC, por dedo, na amostra estudada da população brasileira. Tomando por base as áreas distais, independentemente da mão, a RD cresce na seguinte ordem: polegar, indicador, médio, mínimo e anular (vide Figura 21). Registre-se que o dedo que em geral possui a maior área superficial, o polegar, apresenta a menor RD Distal; enquanto que os dedos tradicionalmente de menores áreas superficiais – anular e mínimo -, apresentam as maiores RD Distais.

Diferente do que ocorre para as áreas distais, na área proximal não foi possível observar uma sequência de crescimento da RD bem definida (quase em um único sentido); entretanto, os dedos anulares continuaram apresentando a maior RD média. De maneira similar, a WLC não aparenta possuir uma sequência de crescimento tão bem definida e os dedos que apresentaram a maior WLC foram, respectivamente, o anular e o polegar, na mão direita, e o polegar e o anular, na mão esquerda.

Apesar da Tabela 24 discriminar a média para cada um dos dedos, estes valores somente deverão ser utilizados em comparações entre os dedos após consulta à Tabela E, do apêndice III, ou à Tabela 23 acima – para as características RD Distal e RD Proximal -, pois nelas constam se a diferença entre um dedo e outro é estatisticamente significativa ou não.

Tabela 24. Estatística descritiva das RDs e WLC da amostra de impressões digitais de brasileiros, por dedo.

<b>Característica</b>	<b>Mão</b>	<b>Dedo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Erro Padrão</b>
Distal	Direita	Polegar	15,96	1,78	0,09
		Indicador	16,27	1,78	0,09
		Médio	17,22	1,86	0,09
		Anular	17,72	1,93	0,10
		Mínimo	17,44	1,83	0,09
	Esquerda	Polegar	16,47	1,88	0,09
		Indicador	16,67	1,77	0,09
		Médio	17,35	1,93	0,10
		Anular	17,92	2,01	0,10
		Mínimo	17,63	2,00	0,10
Proximal	Direita	Polegar	14,80	1,88	0,13
		Indicador	14,34	2,14	0,15
		Médio	14,12	1,77	0,12
		Anular	14,93	2,07	0,15
		Mínimo	14,10	1,77	0,13
	Esquerda	Polegar	13,43	2,21	0,16
		Indicador	13,88	2,36	0,17
		Médio	13,39	1,96	0,14
		Anular	13,94	2,58	0,18
		Mínimo	12,78	2,05	0,15
WLC	Direita	Polegar	0,65	1,18	0,08
		Indicador	0,28	0,69	0,05
		Médio	0,48	1,22	0,09
		Anular	0,58	1,27	0,09
		Mínimo	0,32	1,01	0,07
	Esquerda	Polegar	0,88	1,40	0,10
		Indicador	0,48	1,10	0,08
		Médio	0,82	1,55	0,11
		Anular	1,13	2,04	0,14
		Mínimo	0,70	1,59	0,11

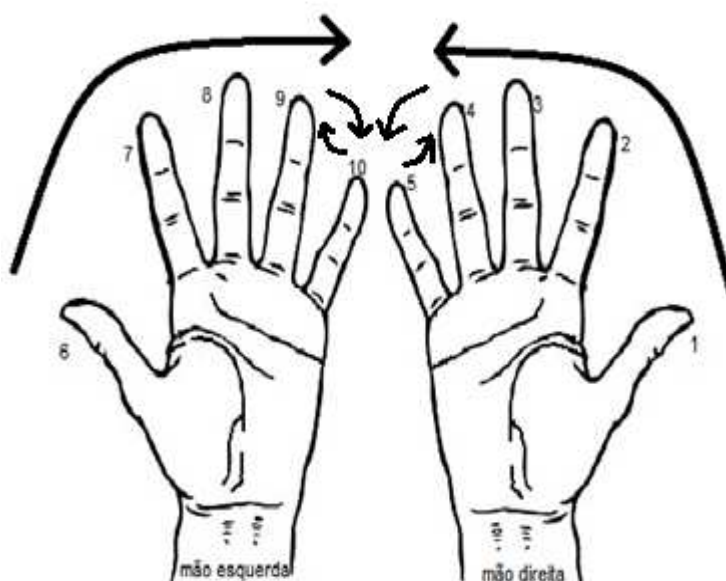


Figura 21. Sentido do crescimento da RD Distal, em ambas as mãos: polegar, indicador, médio, mínimo e anular.

### 3.3.1. Densidade Distais e Proximais de Linhas e as diferenças entre os dedos, por sexo

Em uma análise mais profunda de como as RDs Distal e Proximal variam entre os dedos, calculou-se as médias dessas características não apenas para cada um dos dedos, mas, também, para cada sexo (Tabela 25). Percebeu-se, por exemplo, que os dedos anulares são os que possuem a maior RD Distal, independentemente do sexo ou da mão. O mesmo ocorrendo para RD Proximal, exceto pelo fato de o anular da mão esquerda de mulheres possuir uma RD média inferior ao do dedo indicador.

Um novo teste ANOVA apontou que as diferenças dessas médias são estatisticamente significativas ( $p$ -valor  $< 2e-16$ , tanto para RD Distal como para a RD Proximal). Consequentemente, executou-se o teste DHS Tukey para se discriminar, exatamente, essas diferenças. A Tabela 26 resume todas as possibilidades de igualdades e diferenças entre os dedos de homens e mulheres, à luz das características RD Distal e Proximal.

Tabela 25. Estatística descritiva das RDs Distal e Proximal com relação ao dedo, por sexo.

Característica	Mão	Dedo	Homens			Mulheres		
			Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
RD Distal	Direita	Polegar	15,53	1,70	0,12	16,41	1,76	0,12
		Indicador	15,52	1,61	0,11	17,03	1,63	0,11
		Médio	16,56	1,67	0,12	17,88	1,81	0,13
		Anular	17,07	1,80	0,13	18,38	1,84	0,13
		Mínimo	16,72	1,58	0,11	18,16	1,79	0,13
	Esquerda	Polegar	15,91	1,69	0,12	17,02	1,91	0,13
		Indicador	15,89	1,46	0,10	17,45	1,70	0,12
		Médio	16,56	1,69	0,12	18,14	1,84	0,13
		Anular	17,18	1,71	0,12	18,66	2,03	0,14
		Mínimo	16,88	1,69	0,12	18,39	2,00	0,14
RD Proximal	Direita	Polegar	14,37	1,70	0,17	15,24	1,96	0,20
		Indicador	13,96	1,99	0,20	14,71	2,24	0,22
		Médio	13,75	1,73	0,17	14,48	1,73	0,17
		Anular	14,59	1,91	0,19	15,27	2,18	0,22
		Mínimo	13,93	1,67	0,17	14,27	1,85	0,19
	Esquerda	Polegar	12,70	2,09	0,21	14,15	2,09	0,21
		Indicador	13,44	2,03	0,20	14,33	2,58	0,26
		Médio	13,12	1,68	0,17	13,67	2,17	0,22
		Anular	13,64	2,54	0,25	14,24	2,60	0,26
		Mínimo	12,42	1,92	0,19	13,13	2,13	0,21

Apesar da Tabela 25 discriminar a média para cada um dos dedos por sexo, estes valores somente deverão ser utilizados em comparações após consulta à Tabela 26, pois nesta constará se a diferença entre um dedo e outro é estatisticamente significativa ou não. Registre-se que 68% e 34% das diferenças das médias distal e proximal, respectivamente, são estatisticamente significantes. A Figura 22 abaixo ilustra o comportamento da RD distal, para cada um dos dedos, por sexo.



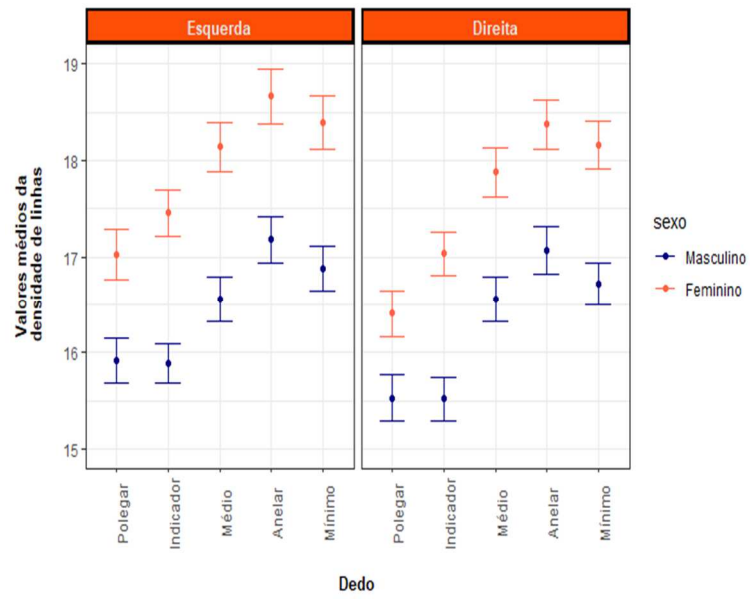


Figura 22. RD distal por mão, dedo e sexo.

Capítulo 3 – Resultados e discussões

Tabela 26 Teste DHS Tukey da RD Distal e RD Proximal com relação ao dedo e ao sexo. Quando o p-valor < 0,05, registrou-se a diferença estatisticamente significativa com um “Sim”; quando o p-valor > 0,05, registrou a não diferença com um “Não”; quando 0,01 < p-valor < 0,05, além do “Sim” para marcar que a diferença foi estatisticamente significativa (0,05), pintou-se a célula de amarelo para evidenciar que estas diferenças não ocorreriam para o nível de significância de 0,01.

RD Proximal																								
Direita	Polegar	Homem	X	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		
		Mulher	Não	X	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	
	Indicador	Homem	Não	Sim	X	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
		Mulher	Não	Não	Sim	X	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Médio	Homem	Não	Sim	Não	Não	X	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
		Mulher	Não	Não	Não	Não	Não	X	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	Anular	Homem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	X	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
		Mulher	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	X	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Mínimo	Homem	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	X	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
		Mulher	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	X	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
	Esquerda	Polegar	Homem	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	X	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			Mulher	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	X	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Indicador		Homem	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	X	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		Mulher	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	X	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Médio		Homem	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	X	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
		Mulher	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	X	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Anular		Homem	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	X	Sim	Não	Sim	Não
		Mulher	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	X	Sim	Não	Sim	Não
Mínimo		Homem	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	X	Sim	Sim
		Mulher	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	X
		Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher	
		Polegar		Indicador		Médio		Anular		Mínimo		Polegar		Indicador		Médio		Anular		Mínimo				
Direita												Esquerda												

RD Distal

### 3.4. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e a origem do doador da impressão digital

Com relação à região geográfica de nascimento do doador da impressão digital, os *p*-valores obtidos pelos testes de ANOVA permitem afirmar com 95% de confiança que há diferenças estatisticamente relevantes sob as características RD e WLC (Vide Tabela 27). Entretanto, o método DHS Tukey mostrou que somente 13 (26%) das 50 comparações múltiplas executadas para a região geográfica são estatisticamente relevantes (possuem *p*-valores inferiores a 0,05). Os resultados de todas as comparações podem ser consultados na Tabela F, do apêndice III, enquanto que as comparações significantes constam da Tabela 28.

*Tabela 27. Teste ANOVA para a variação das RDs e WLC com relação à região geográfica.*

<b>Característica</b>	<b><i>p</i>-valor (ANOVA)</b>	<b>Diferenças relevantes para significância de 5%?</b>
RD Ulnar	0.00777	Sim, com 95% de confiança
RD Radial	0.011	Sim, com 95% de confiança
RD Distal	8.46e-05	Sim, com 95% de confiança
RD Proximal	0.000953	Sim, com 95% de confiança
WLC	0.0019	Sim, com 95% de confiança

Diante da pequena incidência de diferenças significantes entre as regiões geográficas, optou-se por não gerar a estatística descritiva das RDs e WLC para este filtro, evitando que comparações inverídicas sejam empreendidas por leitores desavisados. Mais estudos sobre a utilização das RDs e WLC de brasileiros, a partir da região geográfica, são necessários, principalmente com amostras maiores.

Tabela 28. Teste DHS Tukey com as diferenças estatisticamente significativas, por região geográfica.

Par comparado	Diferença entre as médias	Ponto final inferior (nível de confiança em 95%)	Ponto final superior (nível de confiança em 95%)	P-valor após o ajuste para as comparações múltiplas	Característica
Norte-Centroeste	-0.4225	-0.84150906	-0.003490942	0.0469665	RD Proximal
Norte-Centroeste	0.3375	0.07392648	0.60107352	0.0043941	WLC
Norte-Nordeste	0.3150	0.05142648	0.57857352	0.0098714	WLC
Sudeste-Centroeste	-0.6050	-102.400.906	-0.185990942	0.0007945	RD Proximal
Sudeste-Nordeste	-0.4075	-0.7873463	-0.02765372	0.0283499	RD Radial
Sudeste-Nordeste	-0.27625	-0.54629955	-0.006200446	0.0420083	RD Distal
Sudeste-Norte	-0.4850	-0.86883689	-0.10116311	0.0051829	RD Ulnar
Sudeste-Norte	-0.4550	-0.8348463	-0.07515372	0.0096270	RD Radial
Sudeste-Norte	-0.47000	-0.74004955	-0.199950446	0.0000208	RD Distal
Sudeste-Norte	-0.3075	-0.57107352	-0.04392648	0.0127589	WLC
Sul-Norte	-0.4050	-0.78883689	-0.02116311	0.0326727	RD Ulnar
Sul-Norte	-0.30750	-0.57754955	-0.037450446	0.0162881	RD Distal
Sul-Sudeste	0.4450	0.02599094	0.864009058	0.0309224	RD Proximal

As regiões Sudeste-Norte, quando contrastadas, formaram o par que apresentou maior número de características estatisticamente diferentes sob o aspecto da região geográfica, quais sejam: RD Ulnar, RD Radial, RD Distal e WLC. Enquanto que a característica RD Proximal se apresentou estatisticamente diferente para os pares Norte-Centroeste, Sudeste-Centroeste e Sul-Sudeste. Dessa forma, apesar de a Figura 23 ilustrar em um gráfico de caixa as médias da RD proximal para as cinco regiões geográficas, somente esses três pares (Norte-Centroeste, Sudeste-Centroeste e Sul-Sudeste) apresentam diferenças significativas entre as médias.

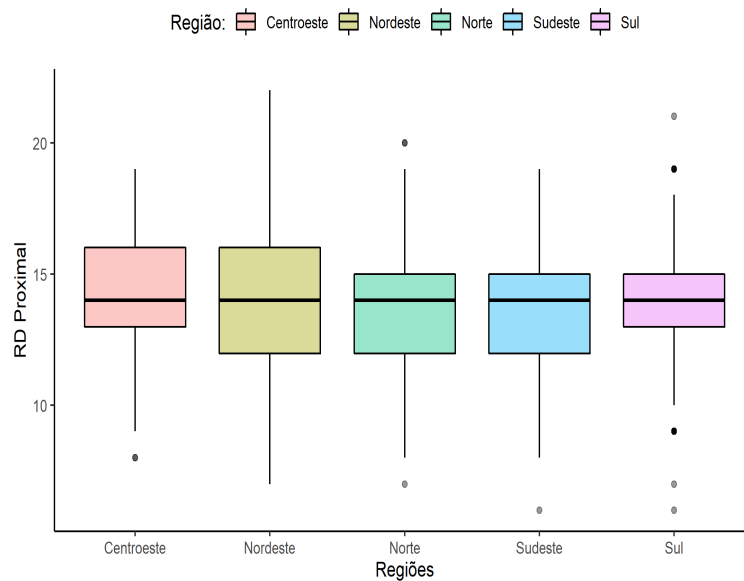


Figura 23. Gráfico de caixa da RD Proximal por região geográfica

### 3.5. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e o Tipo Fundamental da impressão digital

A Tabela 29 mostra a distribuição percentual da variável aleatória tipo fundamental em homens, mulheres e em ambos os sexos combinados para as 2.000 impressões digitais analisadas. Os percentuais de incidência dos tipos fundamentais são muito semelhantes entre os sexos, afastando afirmações de que apenas pelo conhecimento do tipo fundamental é possível se inferir o sexo do doador da impressão, o que foi confirmado pelo teste qui-quadrado. Este apresentou  $p\text{-valor} = 0,413$  (superior ao nível de significância de 0,05) para as variáveis categóricas tipo fundamental e sexo, evidenciando que não existem indícios estatísticos suficientes para afirmar que há correlação entre elas.

Tabela 29. Distribuição percentual do tipo fundamental da amostra analisada, por sexo.

Sexo	Arco	Presilha	Verticilo
Homens (n = 1000)	7.70%	65.90%	26.40%
Mulheres (n = 1000)	8.80%	63.20%	28.00%
Total (n = 2000)	8.25%	64.55%	27.20%

A Tabela 30 evidencia a incidência de cada tipo fundamental entre os diferentes dedos, por sexo. Percebe-se que os três tipos fundamentais ocorreram em todos os dedos de homens ou mulheres, não sendo possível afirmar que um eventual tipo fundamental é exclusivo de determinado dedo ou sexo (o que corrobora com os cálculos do teste qui-

quadrado executado). Entretanto, o tipo arco, apesar de ser o menos comum dos três, é mais incidente nos dedos indicadores e médios, independentemente do sexo; o tipo presilha é mais comum nos dedos mínimos e médios, independentemente do sexo; e o tipo verticilo é mais frequente nos dedos anulares, polegares e indicadores, em ambos os sexos.

*Tabela 30. Distribuição de frequência do tipo fundamental da amostra analisada, por dedo e por sexo.*

<b>Tipo Fundamental</b>	<b>Mão</b>	<b>Dedo</b>	<b>Homem</b>	<b>Mulher</b>
Arco	Direita	Polegar	2	7
		Indicador	11	13
		Médio	9	8
		Anular	2	5
		Mínimo	3	5
	Esquerda	Polegar	5	9
		Indicador	18	15
		Médio	17	12
		Anular	6	6
		Mínimo	4	8
Presilha	Direita	Polegar	53	48
		Indicador	58	52
		Médio	80	76
		Anular	49	59
		Mínimo	84	82
	Esquerda	Polegar	60	48
		Indicador	57	56
		Médio	74	70
		Anular	54	64
		Mínimo	90	77
Verticilo	Direita	Polegar	45	45
		Indicador	31	35
		Médio	11	16
		Anular	49	36
		Mínimo	13	13
	Esquerda	Polegar	35	43
		Indicador	25	29
		Médio	9	18
		Anular	40	30
		Mínimo	6	15

Como a distribuição dos três tipos fundamentais não é proporcional, o cálculo da média para as características RDs e WLC, inevitavelmente, foi executado sobre tamanhos

amostrais diferentes (conforme percentuais discriminados na Tabela 30). A menor amostra possui 77 elementos, o que satisfaz com folga o mínimo de 30 elementos sugeridos para aplicação satisfatória dos testes de hipóteses [61]. A Tabela 31 mostra a estatística descritiva para as RDs e WLC por tipo fundamental nas amostras estudadas. Percebe-se que, independentemente do tipo fundamental, as RDs e WLC são maiores nas mulheres do que nos homens.

Não foi possível estabelecer um padrão de crescimento das RDs por tipo fundamental que fosse indiferente ao sexo ou à característica. Tomando como exemplo a RD distal, percebeu-se que a RD cresce, nos homens, na seguinte ordem: arco, verticilo e presilha. Para essa mesma característica, nas mulheres, a ordem de crescimento foi: verticilo, arco e presilha.

*Tabela 31. Estatística descritiva das RDs e WLC por tipo fundamental.*

Tipo Fundamental	Característica	Homens			Mulheres		
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
Arco	RD Ulnar	16,22	1,66	0,19	17,83	2,12	0,23
	RD Radial	16,10	1,60	0,18	17,50	1,95	0,21
	RD Distal	16,16	1,63	0,13	17,66	2,04	0,15
	RD Proximal	13,48	1,60	0,18	14,66	1,87	0,20
	WLC	0,09	0,33	0,04	0,76	1,27	0,14
Presilha	RD Ulnar	16,52	1,69	0,07	17,94	1,95	0,08
	RD Radial	16,43	1,72	0,07	17,82	1,96	0,08
	RD Distal	16,47	1,70	0,05	17,88	1,96	0,06
	RD Proximal	13,07	1,95	0,08	13,70	2,09	0,08
	WLC	0,35	1,01	0,04	0,91	1,65	0,07
Verticilo	RD Ulnar	16,36	1,93	0,12	17,62	1,99	0,12
	RD Radial	16,06	1,89	0,12	17,35	1,83	0,11
	RD Distal	16,21	1,91	0,08	17,49	1,91	0,08
	RD Proximal	14,92	1,78	0,11	15,71	2,06	0,12
	WLC	0,39	1,07	0,07	1,00	1,62	0,10

Apesar da Tabela 31 discriminar a média para cada um dos tipos fundamentais por sexo, somente 64% (48 de 75) dessas informações possuem diferenças estatisticamente significativas, quando comparadas entre si (conforme demonstrado pelos testes ANOVA desbalanceada e DHS Tukey executados). Dito de outra forma, as médias da referida tabela somente deverão ser utilizadas para comparações após consulta à Tabela G do Apêndice

III, pois nesta consta se a diferença entre um determinado tipo fundamental e outro, por sexo, é estatisticamente significativa ou não.

### 3.6. Densidade de Linhas, Contagem de linhas brancas e os limiares de distinção de sexo

A despeito de a seção 3.1 ter demonstrado que há diferenças entre os sexos, à luz das características RD e WLC, o tema precisa ser retomado e aprofundado com a intenção de se obter os limiares de separação entre os sexos. Nesse sentido, a Tabela 32 mostra a frequência de distribuição da média das RDs nas áreas radial, ulnar e proximal. Repise-se que as RDs são superiores nas áreas radial e ulnar, quando comparadas à área proximal. Naquelas não ocorre qualquer incidência menor que 13 linhas/25mm<sup>2</sup>; nesta, a menor ocorrência apresenta 10 linhas/25mm<sup>2</sup> e, ainda, ocorrem 52 casos com incidência menor que 13 linhas/25mm<sup>2</sup>.

Tabela 32. Frequência de distribuição das médias das RDs nas áreas radial, ulnar e proximal.

Densidade de linha média (RD)	Radial		Ulnar		Proximal	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
10-10,99	0	0	0	0	2	2
11-11,99	0	0	0	0	6	7
12-12,99	0	0	0	0	26	9
13-13,99	1	0	0	0	25	23
14-14,99	11	3	13	1	27	23
15-15,99	31	7	23	6	11	18
16-16,99	24	19	31	18	3	14
17-17,99	26	36	23	35	0	3
18-18,99	6	16	9	19	0	1
19-19,99	0	12	1	14	0	0
20-20,99	1	7	0	4	0	0
21-21,99	0	0	0	3	0	0
Total	100	100	100	100	100	100

Com as frequências relativas da média das RDs advindas das amostras apresentadas na Tabela 32, as probabilidades condicionais  $P(RD|C)$  e  $P(RD|C^1)$  foram calculadas. A partir dessas, obteve-se a probabilidade  $P(RD)$ , o que, por sua vez, associada à informação de que a probabilidade *a priori* é igual a 50% para ambos os sexos, permite identificar – por meio do teorema de Bayes (probabilidade favorável) – o sexo mais provável de uma dada RD ( $P(C|RD)$  e  $P(C^1|RD)$ ). A Figura 24 ilustra o cálculo da probabilidade *a posteriori* para o sexo masculino, a partir de uma dada RD.



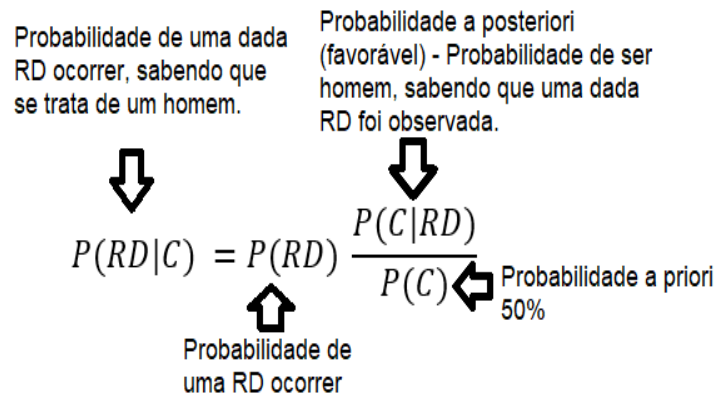


Figura 24. Teorema de Bayes para o cálculo da probabilidade a posteriori do sexo masculino, a partir de uma dada RD.

As Tabelas 33, 34 e 35 além de resumirem todas essas probabilidades, também apresentam a razão de verossimilhança – LR. Esta nada mais é do que a força de suporte para uma das hipóteses de sexo (C ou C<sup>1</sup>). Quanto maior a LR, maior a indicação da hipótese.

Nas Tabelas 33 e 34 são apresentadas as distribuições de probabilidades e as razões de verossimilhanças obtidas para as áreas ulnar e radial, respetivamente. Uma RD ulnar de 16 linhas/25mm<sup>2</sup> é mais característica de homem (p = 0,633) e uma RD ulnar de 17 linhas/25mm<sup>2</sup> é mais característica de mulher (p = 0,603). Há uma alta probabilidade de impressões possuindo 20 linhas/25mm<sup>2</sup> (ou mais) pertencerem a mulheres (p = 1,00), e uma alta probabilidade de impressões com 14 linhas/25mm<sup>2</sup> (ou menos) serem de homens (p = 0,929). Percebe-se, então, que o limiar de separação de sexo para a RD ulnar é o 16-17 linhas/25mm<sup>2</sup>.

O mesmo limiar 16-17 linhas/25mm<sup>2</sup> também ocorre para a RD radial, pois conforme ilustrado pela tabela 34, para estas RDs ocorre a transição da probabilidade favorável de um sexo para o outro. Sobre o limiar, cabe registrar, ainda, que este foi obtido para uma probabilidade *a priori* de 50% para ambos os sexos. Como mencionado em seção específica sobre o teorema de Bayes, a probabilidade favorável (ou *a posteriori*) depende da probabilidade *a priori*. Dessa forma, alterando-a, um novo limiar de separação de sexo será obtido.

A Figura 25 apresenta as probabilidades favoráveis para a área radial, sendo que a linha azul representa os homens; e a linha vermelha, as mulheres. Percebe-se que a partir das RDs 16-17 linhas/25mm<sup>2</sup>, as probabilidades se invertem de tal sorte a ser mais provável que a RD = 17 linhas/25mm<sup>2</sup> seja associada a uma mulher (e não a um homem, como ocorria quando a RD ≤ 16 linhas/25mm<sup>2</sup>).

Tabela 33. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a área ulnar.

RD ulnar	Probabilidades		Razão de verossimilhança (LR)		Probabilidades favoráveis (Bayes)	
	Masculino P(RD C)	Feminino P(RD C1)	Masculino P(RD C) / P(RD C1)	Feminino P(RD C1) / P(RD C)	Masculino P(C RD)	Feminino P(C1 RD)
14	0,13	0,01	13,000	0,077	0,929	0,071
15	0,23	0,06	3,833	0,261	0,793	0,207
16	0,31	0,18	1,722	0,581	0,633	0,367
17	0,23	0,35	0,657	1,522	0,397	0,603
18	0,09	0,19	0,474	2,111	0,321	0,679
19	0,01	0,14	0,071	14,000	0,067	0,933
>20	0,00	0,07	0,000	-	0,000	1,000

Tabela 34. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a área radial.

RD radial	Probabilidades		Razão de verossimilhança (LR)		Probabilidades favoráveis (Bayes)	
	Masculino P(RD C)	Feminino P(RD C1)	Masculino P(RD C) / P(RD C1)	Feminino P(RD C1) / P(RD C)	Masculino P(C RD)	Feminino P(C1 RD)
13	0,01	0,00	-	0,000	1,000	0,000
14	0,11	0,03	3,667	0,273	0,786	0,214
15	0,31	0,07	4,429	0,226	0,816	0,184
16	0,24	0,19	1,263	0,792	0,558	0,442
17	0,26	0,36	0,722	1,385	0,419	0,581
18	0,06	0,16	0,375	2,667	0,273	0,727
>19	0,01	0,19	0,053	19,000	0,050	0,950

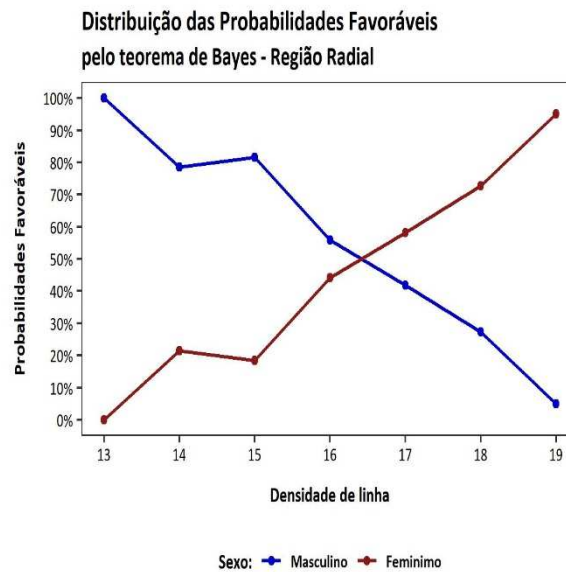


Figura 25. Distribuição das probabilidades  $P(C|RD)$  e  $P(C^1|RD)$  para a área radial. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.

A Tabela 35 apresenta as probabilidades e as razões de verossimilhanças para a área proximal. As probabilidades favoráveis para a área proximal exibiram resultados variados que não apresentaram padrões e/ou uma única inversão clara entre as probabilidades, sugerindo que a individualização do sexo por meio desta variável pode não ser confiável. A Figura 26 apresenta as probabilidades favoráveis para a área proximal em forma de gráfico, sendo que a linha azul representa os homens; e a vermelha, as mulheres.

Tabela 35. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a área proximal.

RD proximal	Probabilidades		Razão de verossimilhança (LR)		Probabilidades favoráveis (Bayes)	
	Masculino $P(RD C)$	Feminino $P(RD C^1)$	Masculino $P(RD C) / P(RD C^1)$	Feminino $P(RD C^1) / P(RD C)$	Masculino $P(C RD)$	Feminino $P(C RD)$
10	0,02	0,02	1,000	1,000	0,500	0,500
11	0,06	0,07	0,857	1,167	0,462	0,538
12	0,26	0,09	2,889	0,346	0,743	0,257
13	0,25	0,23	1,087	0,920	0,521	0,479
14	0,27	0,23	1,174	0,852	0,540	0,460
15	0,11	0,18	0,611	1,636	0,379	0,621
16	0,03	0,14	0,214	4,667	0,176	0,824
>17	0,00	0,04	0,000	-	0,000	1,000

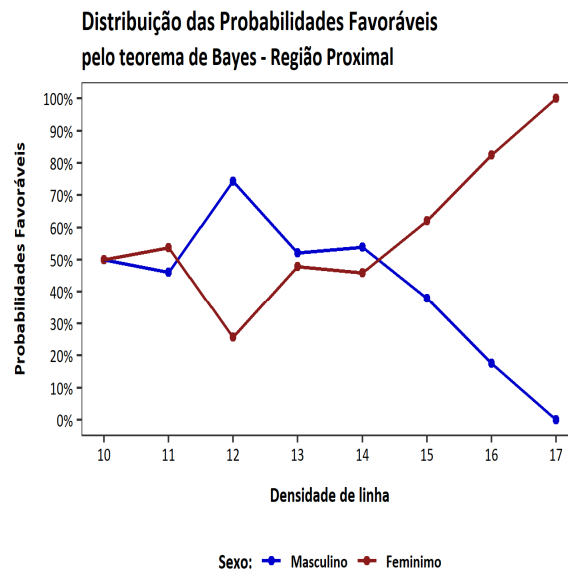


Figura 26. Distribuição das probabilidades favoráveis  $P(C|RD)$  e  $P(C'|RD)$  para a área proximal. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.

Os resultados obtidos para as três áreas são coerentes com os já apresentados em outras populações, de tal maneira que as RDs ulnar e radial são acreditadas como ferramentas para a distinção de sexo, enquanto que a RD proximal, devido à inconstância de comportamento, não se presta a este propósito. O porquê disso para a RD proximal segue explicitado pela Figura 27; nesta, ocorre uma contumaz superposição entre as RDs nos diferentes sexos, prejudicando uma separação categórica destes a partir da RD proximal.

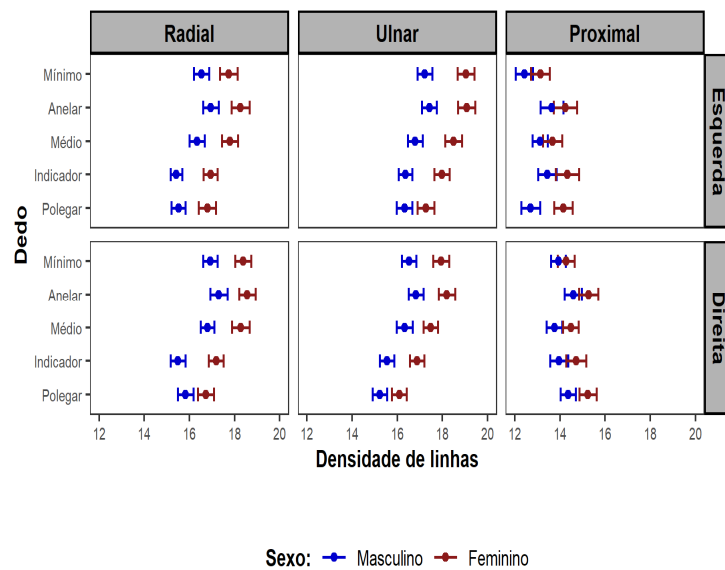


Figura 27. Média das RDs por mão, dedo e sexo.

No início deste capítulo, demonstrou-se que não há elementos contraditórios suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as RDs das áreas ulnar e radial são iguais, para a amostra de brasileiros estudada, inexistindo elementos para se considerar os dados dessas duas áreas diferentes. Mesmo assim, decidiu-se apresentar separadamente as probabilidades e razões de verossimilhanças para as RDs ulnar e radial, nos parágrafos anteriores. Tal decisão se deu simplesmente para se viabilizar comparações com trabalhos desempenhados para outras populações.

Entretanto, não se pode ignorar o fato de que as RDs ulnar e radial tendem a serem estatisticamente equivalentes. Nessa linha, as Tabelas 36 e 37 apresentam, respectivamente, a frequência de distribuição da média da RD distal (RD radial + RD ulnar) da amostra de brasileiros e as probabilidades e razões de verossimilhança a ela associada.

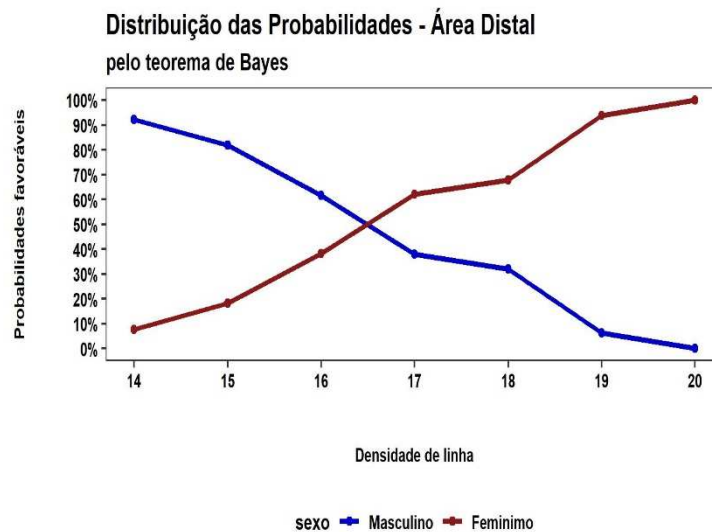
*Tabela 36. Frequência de distribuição das médias da RD distal.*

RD distal	Sexo	
	Masculino	Feminino
14-14,99	12	1
15-15,99	27	6
16-16,99	29	18
17-17,99	22	36
18-18,99	9	19
19-19,99	1	15
20-20,99	0	4
21-21,99	0	1
Total	100	100

Há uma alta probabilidade de impressões digitais possuindo 14 linhas/25mm<sup>2</sup> na região distal serem de homem ( $p = 0,923$ ) e, também, uma alta probabilidade de impressões com 20 linhas/25mm<sup>2</sup> (ou mais) serem de mulheres ( $p = 1,000$ ). A Tabela 37 apresenta que o limiar de separação de sexo para a RD distal é igual a 16-17 linhas/25mm<sup>2</sup>, sendo que 16 linhas/25mm<sup>2</sup> é mais característico de homens ( $p = 0,617$ ); enquanto 17 linhas/25mm<sup>2</sup>, de mulheres ( $p = 0,621$ ). A Figura 28 apresenta as probabilidades favoráveis para a área distal em forma de gráfico, sendo que a linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.

Tabela 37. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a RD distal.

RD distal	Probabilidades		Razão de verossimilhança (LR)		Probabilidades favoráveis (Bayes)	
	Masculino $P(RD C)$	Feminino $P(RD C1)$	Masculino $P(RD C) / P(RD C1)$	Feminino $P(RD C1) / P(RD C)$	Masculino $P(C RD)$	Feminino $P(C1 RD)$
14	0,12	0,01	12,000	0,083	0,923	0,077
15	0,27	0,06	4,500	0,222	0,818	0,182
16	0,29	0,18	1,611	0,621	0,617	0,383
17	0,22	0,36	0,611	1,636	0,379	0,621
18	0,09	0,19	0,474	2,111	0,321	0,679
19	0,01	0,15	0,067	15,000	0,062	0,938
>20	0,00	0,05	0,000	-	0,000	1,000

Figura 28. Distribuição das probabilidades  $P(C|RD)$  e  $P(C1|RD)$  para a RD distal. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.

A Tabela 38 traz a frequência de distribuição da média da WLC nas impressões digitais da amostra de brasileiros. Como já demonstrado em seções anteriores, há uma maior incidência de linhas brancas (albotilares) nas mulheres do que nos homens.

Tabela 38. Frequência de distribuição da média da WLC da amostra de impressões digitais de brasileiros

WLC	Sexo	
	Masculino	Feminino
0-0,99	88	69
1-1,99	7	13
2-2,99	3	8
3-3,99	1	9
4-4,99	0	1
5-5,99	1	0
Total	100	100

Tabela 39. Distribuição de probabilidades e razões de verossimilhanças para a WLC.

WLC	Probabilidades		Razão de verossimilhança (LR)		Probabilidades favoráveis (Bayes)	
	Masculino P(RD C)	Feminino P(RD C1)	Masculino P(RD C) / P(RD C1)	Feminino P(RD C1) / P(RD C)	Masculino P(C RD)	Feminino P(C1 RD)
0	0,88	0,69	1,275	0,784	0,561	0,439
1	0,07	0,13	0,538	1,857	0,350	0,650
2	0,03	0,08	0,375	2,667	0,273	0,727
3	0,01	0,09	0,111	9,000	0,100	0,900
4	0,00	0,01	0,000	-	0,000	1,000
>5	0,01	0,00	-	0,00	1,000	0,000

A partir da Tabela 39, percebe-se que a ausência de linhas brancas é comum a homens e mulheres em porcentagens muito próximas. À medida que a WLC aumenta, a distinção de sexo se torna mais evidente, de tal sorte que uma WLC igual a três é muito mais característica de mulheres ( $p = 0,900$ ); porém, aumentando além de três, a distinção se torna contraditória, revertendo a probabilidade de ocorrência com relação ao sexo em sentido oposto. A Figura 29 mostra esse comportamento contraditório na distinção de sexo por meio da WLC observada na amostra de brasileiros. A linha azul se refere a homens; a vermelha, a mulheres.

Tal comportamento indica que a WLC não se mostra categórica para a distinção do sexo, corroborando com resultados obtidos para a população filipina [43]. Entretanto, considerando que pouquíssimos são os trabalhos nesta área e que o comportamento contraditório é proveniente do cálculo da probabilidade favorável sobre apenas dois indivíduos (há somente uma mulher com média WLC = 4 e somente um homem com média WLC = 5), julga-se oportuno registrar a necessidade de mais estudos sobre o tema, principalmente com amostras mais representativas e outras ferramentas de inferências.

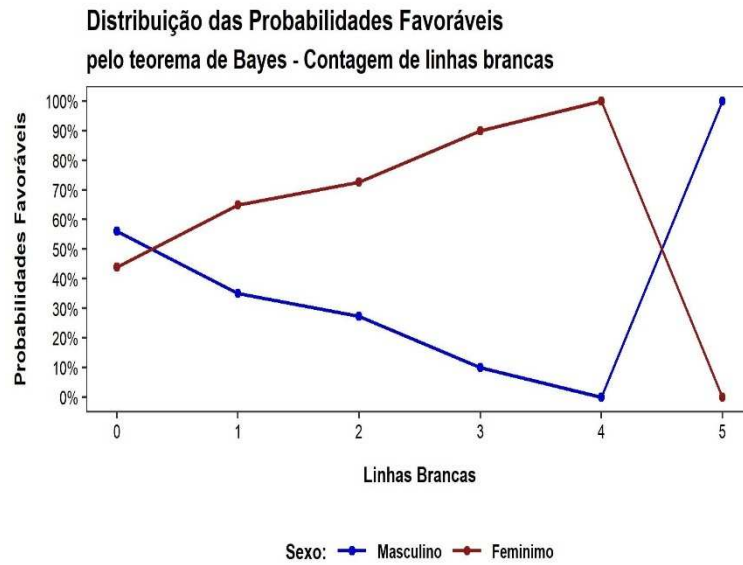


Figura 29. Distribuição das probabilidades  $P(C|WLC)$  e  $P(C^1|WLC)$  para a WLC. A linha azul representa os homens; a vermelha, as mulheres.



## 4. Conclusões

O presente estudo mostrou que as médias das RDs e WLC das impressões digitais de brasileiros possuem diferenças relevantes entre os sexos. Percebeu-se que a RD ulnar é estatisticamente equivalente à radial, assegurando a aplicação da RD distal (ulnar + radial) na distinção de sexo para um eventual fragmento questionado, mesmo sem se saber de qual mão este é proveniente. Outro ponto importante é a perfeita distinção entre as RDs radial e ulnar da RD proximal, com médias bastante diferentes, independentemente do sexo. As RDs ulnar, radial e distal (ulnar + radial) apresentaram-se conclusivas na distinção do sexo, o mesmo não ocorrendo para RD proximal e para a WLC. Foram descobertas, também, diferenças das RDs e WLC entre as mãos e os dedos, mas comparações pareadas devem ser efetuadas com cautela e precedidas de consulta às tabelas atinentes a cada tipo de filtro: sexo, mão, região geográfica, entre outros. Tais tabelas se configuram em outro relevante resultado deste estudo, evidenciando se as diferenças apresentadas entre médias específicas são ou não estatisticamente significativas.

Constatou-se, também, a partir da comparação das características auferidas nesta pesquisa com as já executadas para outras populações, a corroboração de uma maior RD para as mulheres – independentemente se ulnar, radial ou proximal –, sugerindo que as cristas das mulheres apresentam menor espessura média, quando comparadas às dos homens. A WLC também foi superior nas mulheres. Restou demonstrado, ainda, que conhecer o tipo fundamental do datilograma não habilita o perito papiloscopista a inferir o sexo do doador; porém, conhecer a RD pode permitir.

Sob este aspecto e a partir das amostras estudadas, pode-se afirmar que uma impressão digital com 14 linhas/25mm<sup>2</sup> na região distal possui uma alta probabilidade de pertencer a um homem ( $p = 0,923$ ) e, se a RD distal for de 20 linhas/25mm<sup>2</sup> (ou mais), há uma alta probabilidade de ser de mulher ( $p = 1,000$ ). O limiar de separação de sexo, para a região distal, se situa na RD = 16-17 linhas/25mm<sup>2</sup>, sendo que 16 linhas/25mm<sup>2</sup> se refere a homens ( $p = 0,617$ ) e 17 linhas/25mm<sup>2</sup>, a mulheres ( $p = 0,621$ ). Para a WLC, a ausência de linhas brancas é mais característica de homens ( $p = 0,561$ ); enquanto que a presença mais se relaciona às mulheres.

As descobertas derivadas desta pesquisa podem ser melhor aproveitadas se empregadas a fragmentos de impressões digitais sem coincidências individualizadoras em

Sistemas AFIS ou se vinculadas a procedimentos criminais em que não há suspeitos a serem interrogados, apresentando alternativas investigativas nunca antes exploradas pela persecução penal do país, uma vez que a partir da informação do sexo do doador da impressão digital, pode-se reduzir o universo de suspeitos, direcionando a investigação. Tais descobertas também podem ser tomadas como uma ferramenta com potencial aplicação imediata em cenários de desastres de massa.

Para melhor explorar as características RD e WLC nas possíveis relações entre o tipo fundamental e a mão, ou entre o tipo fundamental e o dedo, ou, ainda, entre a região geográfica do doador da impressão digital e o sexo, uma amostra maior se mostra necessária. Percebeu-se que a aplicação desses e de outros filtros de maneira subsequente, em alguns momentos da pesquisa, fez com que o banco de dados se reduzisse a ponto de inviabilizar inferências confiáveis a partir da amostra. Nessa linha, como sugestão de trabalho futuro, registra-se a necessidade de melhor investigar tais cenários, a partir de amostras mais representativas. Entretanto, sabendo-se que à medida que se amplia a amostra, os trabalhos operacionais de mensuração da RD e da WLC aumentam drasticamente, registra-se outra sugestão de trabalho futuro na área: o desenvolvimento de um algoritmo que detecte e efetue a contagem de linhas (cristas papilares) automaticamente.

# Referências

- [1] R. Yang, *Effects of sensors, age, and gender on fingerprint image quality*, Ottawa, Ontario: Carleton University, 2018.
- [2] M. R. Hawthorne, *FINGERPRINTS - Analysis and understanding*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009.
- [3] N. I. o. J. (U.S.), *The fingerprint sourcebook*, Washington, DC: U.S. Department of Justice Office of Justice Programs National Institute of Justice, 2011.
- [4] A. N. d. Polícia/PF, *Papiloscopia Forense*, Brasília: ANP, 2019.
- [5] D. R. Ashbaugh, *Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis: An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology*, New York: CRC Press LLC, 1999.
- [6] F. Cunliffe e P. B. P. , *Criminalistics and Scientific Investigation*, Prentice Hall, 1980.
- [7] R. LOLLE, "System and methods for determining the quality of fingerprint imagens". United States Patente US596356, 1999.
- [8] F. Galton, *Finger Prints*, London: Macmillan and CO., 1892.
- [9] E. C. D. Martins e A. M. A. F. , "A Importância da Perícia Papiloscópica e Necropapiloscópica," em *Peritos em Papiloscopia e Identificação Humana*, Goiânia, Espaço Acadêmico, 2019, pp. 15-44.
- [10] SESGE - Secretaria Extraordinária de Segurança para Grandes Eventos, *Manual de Perícias em Locais de Desastres de Massa*, Brasília: Ministério da Justiça, 2015.
- [11] Interpol - The International Criminal Police Organization, *Disaster Victim Identification Guide*, Lyon: Interpol, 2018.
- [12] FENAPPI, "Federação Nacional dos Peritos Oficiais em Identificação," 2019. [Online]. Available: <http://www.fenappi.com.br/blog/noticias/peritos-da-policia-federal-voltam-a-brasilia-depois-de-ajudar-a-identificar-corpos-em-brumadinho/>. [Acesso em 21 06 2019].
- [13] C. Champod, C. Lennard, P. Margot e M. Stoilovic, *International Forensic Science and Investigation - Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions*, CRC Press Taylor & Francis Group, 2016.
- [14] H. M. Daluz, *Fingerprint Analysis Laboratory Workbook*, London: CRC Press Taylor & Francis Group, 2015.
- [15] L. L. Mizokami, *Estudo morfológico comparativo das superfícies epidérmica e dérmica: perspectivas na identificação necropapiloscópica.*, Brasília: Universidade de Brasília - UnB, 2014.
- [16] A. N. d. Polícia/PF, *Biometrias e Tecnologias Associadas*, Brasília: ANP, 2018.
- [17] C. L. Ribeiro, *Estudo acerca da Modernização do Sistema Automatizado de Impressões Digitais da Polícia Federal - AFIS/PF*, Brasília, 2019.
- [18] A. N. d. Polícia/PF, *Investigação Policial - Polícia Judiciária*, Brasília: ANP, 2019.
- [19] A. H. P. d. Oliveira e D. C. P. , "Hipótese Bula da Vida," em *Peritos em Papiloscopia e Identificação Humana*, Goiânia, Espaço Acadêmico, 2019, pp. 91-108.

- [20] R. M. Barros, "Investigação da Composição Química de Impressões Digitais Latentes," em *Peritos em Papiloscopia e Identificação Humana*, Goiânia, Espaço Acadêmico, 2019, pp. 137-163.
- [21] H. D. Lemos, J. C. C. Lemos e R. R. d. Almeida, *Uso da Visão Computacional para Reconhecimento de Padrões Dermatoglíficos na Identificação de Crianças com Possíveis Distúrbios de Aprendizagem*, Gurupi, 2013.
- [22] H. Cummins, W. J. Waits e J. T. Mcquitty, "The breadths of epidermal ridges on the finger tips and palms: a study of variation.," *American Journal of Anatomy*, 1941.
- [23] D. Loesch e J. Czyzowska, "Ridge breadth in the a-b segment in children aged 0-14 years," *Folia Morfologica*, vol. 31, nº 2, pp. 249-254, 1972.
- [24] A. Sánchez-Andrés, J. A. Barea, N. Rivaldería e C. Alonso-Rodríguez, "Impact of aging on fingerprint ridge density: Anthropometry and forensic implications in sex inference," *Science & Justice: Journal of the Forensic Science Society*, vol. 58, nº 5, pp. 323-334, 2018.
- [25] M. A. Souza, K. V. De Oliveira, F. C. C. Oliveira e L. P. Silva, "The adsorption of methamphetamine on Ag nanoparticles dispersed in agarose gel – Detection of methamphetamine in fingerprints by SERS.," *Vibrational Spectroscopy*, vol. 98, pp. 152-157, 2018.
- [26] M. A. Souza, "Impressões digitais podem revelar outras informações além da identidade de quem as produziu," em *Peritos em Papiloscopia e Identificação Humana*, Goiânia, Espaço Acadêmico, 2019, pp. 45-54.
- [27] R. M. Barros, *Emprego de nanomateriais para análise multi-informacional de impressões digitais latentes.*, Brasília: Tese de Doutorado, 2019.
- [28] A. V. Maceo, "Qualitative assessment of skin deformation: a pilot study," *J. Forensic Identif.*, vol. 59, pp. 390-440, 2009.
- [29] K. K.-S. M. A. L. e M. L. M. , "Chemical analysis of pharmaceuticals and explosives in fingermarks using matrix-assisted laser desorption ionization/time-of-flight mass spectrometry," *Forensic Sci. Int.*, vol. 235, pp. 68-77, 2014.
- [30] R. S. Fernandes e T. D. Rabelo, "Papiloscopia do ontem ao hoje um Resumo," *Impressões*, nº 12, pp. 24-28, 2018.
- [31] E. Gutiérrez-Redomero, N. Rivaldería, C. Alonso-Rodríguez e Á. Sánchez-Andrés, "Assessment of the methodology for estimating ridge density in fingerprints and its forensic application," *Science and Justice*, vol. 54, pp. 199-207, 2014.
- [32] A. Bédua e A. A. Cantú, "Fingermark Detection Using Nanoparticles," em *Advances in Fingerprint Technology*, London, CRC Press Taylor & Francis Group, 2013, pp. 307-380.
- [33] J. K. Dhall e A. K. Kapoor, "Fingerprint Ridge Density as a Potencial Forensic Anthropological Tool for Sex Identification," *Journal of Forensic Sciences*, vol. 61, nº 2, pp. 424-429, 2016.
- [34] K. L. Monson, M. A. Roberts, K. B. Knorr, S. Ali, S. B. Meagher, K. Biggs, P. Blume, D. Brandelli, A. Marzioli, R. Reneau e F. Tarasi, "The permanence of friction ridge skin and persistence of friction ridge skin and impressions: A comprehensive review and new results," *Forensic Science International*, vol. 297, nº April, pp. 111-131, 2019.

- [35] P. Soanboon, S. Nanakorn e W. Kutanan, "Determination of sex difference from fingerprint ridge density in northeastern Thai teenagers," *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, vol. 6, nº 1, pp. 185-193, 2016.
- [36] Amity Institute of Forensic Science, "Feasibility of Ridge Density: A Comparative Study of Fingerprint Ridge Densities among Different Indian Population," *Journal of Forensic Sciences & Criminal Investigation*, vol. 4, 2017.
- [37] K. Krishan, A. Ghosh, T. Kanchan, C. Ngangom e J. Sen, "Sex differences in fingerprint ridge density – Causes and further observations," *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 17, nº 3, pp. 172-173, 2010.
- [38] M. A. Acree, "Is there a gender difference in fingerprint ridge density?," *Forensic Science International*, vol. 102, nº 1, pp. 35-44, 1999.
- [39] E. Gutiérrez-Redomero, A. Sánchez-Andrés, N. Rivaldería e e. a. , "A comparative study of topological and sex differences in fingerprint ridge density in Argentinian and Spanish population samples," *Journal of forensic and legal medicine*, vol. 20, nº 5, pp. 419-429, 2013.
- [40] E. Gutiérrez-Redomero, C. Alonso e V. Galera, "Variability of fingerprint ridge density in a sample of Spanish Caucasians and its application to sex determination," *Forensic Science International*, vol. 180, nº 1, pp. 17-22, 2008.
- [41] S. Gungadin, "Sex Determination from Fingerprint Ridge Density," *Internet Journal of Medical Update - EJOURNAL*, vol. 2, nº 2, 2007.
- [42] M. Nithin, B. Manjunatha, D. S. Preethi e B. M. Balaraj, "Gender differentiation by finger ridge count among South Indian population," *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 18, nº 2, pp. 79-81, 2011.
- [43] R. J. O. Tadiran, A. K. V. Tadeo, N. A. C. Escalona e G. C. Townsend, "Sex determination from fingerprint ridge density and white line counts in Filipinos," *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*, vol. 67, pp. 163-171, 2016.
- [44] V. C. Nayak, P. Rastogi, S. W. Lobo e e. a. , "Sex differences from fingerprint ridge density in the Indian population," *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 17, nº 2, pp. 84-86, 2010.
- [45] V. C. Nayak, P. Rastogi, T. Kanchan, K. Yoganarasimha e e. a. , "Sex differences from fingerprint ridge density in Chinese and Malaysian population," *Forensic Science International*, vol. 197, nº 1-3, pp. 67-69, 2010.
- [46] A. A. Ahmed e S. Osman, "Topological variability and sex differences in fingerprint ridge density in a sample of the Sudanese population," *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 42, pp. 25-32, 2016.
- [47] L. H. Adamu, S. A. Ojo, B. Danborn, S. S. Adebisi e M. G. Taura, "Sex prediction using ridge density and thickness among the Hausa ethnic group of Kano state, Nigeria," *Australian Journal of Forensic Sciences*, vol. 50, nº 5, pp. 455-471, 2016.
- [48] H. Oktem, A. Kurkcuoglu, I. C. Pelin, A. C. Yazici, G. Aktaş e F. Altunay, "Sex differences in fingerprint ridge density in a Turkish young adult population: A sample of Baskent University," *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 32, pp. 34-38, 2015.
- [49] M. Kaur e D. Sharma, "Dermal digital ridge density of a penal population: Analysis of association and individualization," *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 44, pp. 143-149, 2016.

- [50] N. Rivaldería, Á. Sánchez-Andrés, C. Alonso-Rodríguez, J. E. Dipierri e E. Gutiérrez-Redomero, "Fingerprint ridge density in the Argentinean population and its application to sex inference: A comparative study," *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*, vol. 67, pp. 65-84, 2016.
- [51] T. Kanchan, K. Krishan e C. Ngangom, "A study of sex differences in fingerprint ridge density in a North Indian young adult population," *Journal of Forensic and Legal Medicine*, vol. 20, pp. 217-222, 2013.
- [52] E. Gutiérrez-Redomero, M. C. Alonso e J. E. Diepierri, "Sex differences in fingerprint ridge density in the Mataco-Mataguayo population," *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*, vol. 62, pp. 487-499, 2011.
- [53] R. Almandos, "Las líneas blancas dactiloscópicas," *Revue Internationale de Criminalistique*, pp. 652-661, 1930.
- [54] G. G. Wendt, *ZWILLINGSUNTERSUCHUNG ÜBER ZWISCHENLINIEN UND WEISSE LINIEN IM ABDRUCK*, 1956.
- [55] A. M. Badawi, M. Mahfouz, R. Tadross e R. Jantz, "Fingerprint-Based Gender Classification," em *The International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition*, Las Vegas, 2006.
- [56] B. Aznar, "Sur l'origine des lignes blanches dactyloscopiques," *Revue Internationale de Criminalistique*, pp. 481-483, 1933.
- [57] C. I. Watson, M. D. Garris e E. Tabassi, *User's guide to NIST biometric image software (NBIS)*, Maryland, 2007.
- [58] A. N. d. Polícia/PF, *Sistema Nacional de Informações Criminais*, Brasília: ANP, 2019.
- [59] J. Levin e J. A. Fox, *Estatística para Ciências Humanas*, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [60] É. A. Pereira, *Proposição de Testes de Normalidade Multivariada Baseados em Distâncias Robustas*, Lavras: Dissertação de Mestrado - UFLA, 2017.
- [61] M. F. Triola, *Introdução à Estatística*, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2017.
- [62] P. A. Morettin e W. d. O. Bussad, *Estatística Básica*, São Paulo: Saraiva, 2004.
- [63] Python Community, "Python.org," [Online]. Available: <https://www.python.org/about/>. [Acesso em 08 setembro 2019].
- [64] R Community, "What is R?," [Online]. Available: <https://www.r-project.org/about.html>. [Acesso em 09 setembro 2019].
- [65] RStudio Community, "RStudio," [Online]. Available: <https://www.rstudio.com/>. [Acesso em 08 setembro 2019].
- [66] M. C. Grieve e J. Dunlop, "A practical aspect of the Bayesian interpretation of fibre evidence," *Journal of the Forensic Science Society*, vol. 32, nº 4, pp. 169-175, 1992.
- [67] N. Kapoor e A. Badiye, "Sex differences in the thumbprint ridge density in a central Indian population," *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, vol. 5, nº 1, pp. 23-29, 2015.
- [68] R. Kaur e R. K. Garg, "Determination of gender differences from fingerprint ridge density in two northern Indian populations," *Forensic Sciences*, vol. 85, pp. 5-10, 2011.

- [69] N. Rivaldería, Á. Sánchez-Andrés, C. Alonso-Rodríguez, J. E. Dipierri e E. Gutiérrez-Redomero, "Fingerprint ridge density in Argentinean population and its application to sex inference: A comparative study," *HOMO - Journal of comparative Human Biology*, vol. 67, pp. 65-84, 2016.
- [70] L. P. Fávero, P. Belfiore, F. L. d. Silva e B. L. Chan, *Análise de dados modelagem multivariada para tomada de decisões*, Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2009.
- [71] Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE, *Certified Biometrics Professional*, IEEE, 2012.
- [72] IBGE, "Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística," [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-diviso-es-regionais-do-brasil.html?=&t=o-que-e>. [Acesso em 24 junho 2019].
- [73] A. L. Branco, "Geografia para todos," [Online]. Available: <http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=mapastematicos>. [Acesso em 24 junho 2019].

## Apêndice I [70]

Tabela A. Distribuição normal padrão com probabilidades associadas na cauda superior.  $P(Z_{\text{cal}} > Z_c) = \alpha$ .

$z$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010



Tabela B. Distribuição t de Student.  $P(T_{\text{cal}} > t_c) = \alpha$ .

$g$	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
50	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
inf	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Tabela C. Distribuição Qui-quadrado.  $P(\chi^2_{\text{cal}} \text{ com } g \text{ graus de liberdade} > \chi^2_c) = \alpha$ .

$g$	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
1	7,879	6,635	5,024	3,841	2,706	0,016	0,004	0,001	0,000	0,000
2	10,597	9,210	7,378	5,991	4,605	0,211	0,103	0,051	0,020	0,010
3	12,838	11,345	9,348	7,815	6,251	0,584	0,352	0,216	0,115	0,072
4	14,860	13,277	11,143	9,488	7,779	1,064	0,711	0,484	0,297	0,207
5	16,750	15,086	12,833	11,070	9,236	1,610	1,145	0,831	0,554	0,412
6	18,548	16,812	14,449	12,592	10,645	2,204	1,635	1,237	0,872	0,676
7	20,278	18,475	16,013	14,067	12,017	2,833	2,167	1,690	1,239	0,989
8	21,955	20,090	17,535	15,507	13,362	3,490	2,733	2,180	1,646	1,344
9	23,589	21,666	19,023	16,919	14,684	4,168	3,325	2,700	2,088	1,735
10	25,188	23,209	20,483	18,307	15,987	4,865	3,940	3,247	2,558	2,156
11	26,757	24,725	21,920	19,675	17,275	5,578	4,575	3,816	3,053	2,603
12	28,300	26,217	23,337	21,026	18,549	6,304	5,226	4,404	3,571	3,074
13	29,819	27,688	24,736	22,362	19,812	7,042	5,892	5,009	4,107	3,565
14	31,319	29,141	26,119	23,685	21,064	7,790	6,571	5,629	4,660	4,075
15	32,801	30,578	27,488	24,996	22,307	8,547	7,261	6,262	5,229	4,601
16	34,267	32,000	28,845	26,296	23,542	9,312	7,962	6,908	5,812	5,142
17	35,718	33,409	30,191	27,587	24,769	10,085	8,672	7,564	6,408	5,697
18	37,156	34,805	31,526	28,869	25,989	10,865	9,390	8,231	7,015	6,265
19	38,582	36,191	32,852	30,144	27,204	11,651	10,117	8,907	7,633	6,844
20	39,997	37,566	34,170	31,410	28,412	12,443	10,851	9,591	8,260	7,434
21	41,401	38,932	35,479	32,671	29,615	13,240	11,591	10,283	8,897	8,034
22	42,796	40,289	36,781	33,924	30,813	14,041	12,338	10,982	9,542	8,643
23	44,181	41,638	38,076	35,172	32,007	14,848	13,091	11,689	10,196	9,260
24	45,559	42,980	39,364	36,415	33,196	15,659	13,848	12,401	10,856	9,886
25	46,928	44,314	40,646	37,652	34,382	16,473	14,611	13,120	11,524	10,520
26	48,290	45,642	41,923	38,885	35,563	17,292	15,379	13,844	12,198	11,160
27	49,645	46,963	43,195	40,113	36,741	18,114	16,151	14,573	12,879	11,808
28	50,993	48,278	44,461	41,337	37,916	18,939	16,928	15,308	13,565	12,461
29	52,336	49,588	45,722	42,557	39,087	19,768	17,708	16,047	14,256	13,121
30	53,672	50,892	46,979	43,773	40,256	20,599	18,493	16,791	14,953	13,787
40	66,766	63,691	59,342	55,758	51,805	29,051	26,509	24,433	22,164	20,707
50	79,490	76,154	71,420	67,505	63,167	37,689	34,764	32,357	29,707	27,991
60	91,952	88,379	83,298	79,082	74,397	46,459	43,188	40,482	37,485	35,534
70	104,215	100,425	95,023	90,531	85,527	55,329	51,739	48,758	45,442	43,275
80	116,321	112,329	106,629	101,879	96,578	64,278	60,391	57,153	53,540	51,172
90	128,299	124,116	118,136	113,145	107,565	73,291	69,126	65,647	61,754	59,196
100	140,169	135,807	129,561	124,342	118,498	82,358	77,929	74,222	70,065	67,328

Tabela D. Distribuição F.  $P(F_{\text{cal}} > F_c) = 0,05$ .

Gl denominador	Gl no numerador									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161,448	199,500	215,707	224,583	230,162	233,986	236,768	238,883	240,543	241,882
2	18,5128	19,0000	19,1643	19,2468	19,2964	19,3295	19,3532	19,3710	19,3848	19,3959
3	10,1280	9,5521	9,2766	9,1172	9,0135	8,9406	8,8867	8,8452	8,8123	8,7855
4	7,7086	6,9443	6,5914	6,3882	6,2561	6,1631	6,0942	6,0410	5,9988	5,9644
5	6,6079	5,7861	5,4095	5,1922	5,0503	4,9503	4,8759	4,8183	4,7725	4,7351
6	5,9874	5,1433	4,7571	4,5337	4,3874	4,2839	4,2067	4,1468	4,0990	4,0600
7	5,5914	4,7374	4,3468	4,1203	3,9715	3,8660	3,7870	3,7257	3,6767	3,6365
8	5,3177	4,4590	4,0662	3,8379	3,6875	3,5806	3,5005	3,4381	3,3881	3,3472
9	5,1174	4,2565	3,8625	3,6331	3,4817	3,3738	3,2927	3,2296	3,1789	3,1373
10	4,9646	4,1028	3,7083	3,4780	3,3258	3,2172	3,1355	3,0717	3,0204	2,9782
11	4,8443	3,9823	3,5874	3,3567	3,2039	3,0946	3,0123	2,9480	2,8962	2,8536
12	4,7472	3,8853	3,4903	3,2592	3,1059	2,9961	2,9134	2,8486	2,7964	2,7534
13	4,6672	3,8056	3,4105	3,1791	3,0254	2,9153	2,8321	2,7669	2,7144	2,6710
14	4,6001	3,7389	3,3439	3,1122	2,9582	2,8477	2,7642	2,6987	2,6458	2,6022
15	4,5431	3,6823	3,2874	3,0556	2,9013	2,7905	2,7066	2,6408	2,5876	2,5437
16	4,4940	3,6337	3,2389	3,0069	2,8524	2,7413	2,6572	2,5911	2,5377	2,4935
17	4,4513	3,5915	3,1968	2,9647	2,8100	2,6987	2,6143	2,5480	2,4943	2,4499
18	4,4139	3,5546	3,1599	2,9277	2,7729	2,6613	2,5767	2,5102	2,4563	2,4117
19	4,3807	3,5219	3,1274	2,8951	2,7401	2,6283	2,5435	2,4768	2,4227	2,3779
20	4,3512	3,4928	3,0984	2,8661	2,7109	2,5990	2,5140	2,4471	2,3928	2,3479
21	4,3248	3,4668	3,0725	2,8401	2,6848	2,5727	2,4876	2,4205	2,3660	2,3210
22	4,3009	3,4434	3,0491	2,8167	2,6613	2,5491	2,4638	2,3965	2,3419	2,2967
23	4,2793	3,4221	3,0280	2,7955	2,6400	2,5277	2,4422	2,3748	2,3201	2,2747
24	4,2597	3,4028	3,0088	2,7763	2,6207	2,5082	2,4226	2,3551	2,3002	2,2547
25	4,2417	3,3852	2,9912	2,7587	2,6030	2,4904	2,4047	2,3371	2,2821	2,2365
30	4,1709	3,3158	2,9223	2,6896	2,5336	2,4205	2,3343	2,2662	2,2107	2,1646
40	4,0847	3,2317	2,8387	2,6060	2,4495	2,3359	2,2490	2,1802	2,1240	2,0772
50	4,0343	3,1826	2,7900	2,5572	2,4004	2,2864	2,1992	2,1299	2,0734	2,0261
100	3,9361	3,0873	2,6955	2,4626	2,3053	2,1906	2,1025	2,0323	1,9748	1,9267

## Apêndice II

### Algoritmos em Python

#### explode\_nist.py

```
# Importa as bibliotecas necessárias para o funcionamento do algoritmo
import os
import glob
import shutil
from PIL import Image

# Definindo variáveis que serão utilizadas pelo programa
nbis = 'C:\\Program Files\\NBIS\\bin\\'
f_wip =
'C:\\Users\\daniel.dsc\\Documents\\Mestrado\\PPGCIMAFUP\\My_fingerprint\\Criminal\\'
dedos = ['', 'RIGHT_THUMB', 'RIGHT_INDEX', 'RIGHT_MIDDLE', 'RIGHT_RING',
'RIGHT_LITTLE', 'LEFT_THUMB', 'LEFT_INDEX', 'LEFT_MIDDLE', 'LEFT_RING',
'LEFT_LITTLE', 'PLAIN_RIGHT_THUMB', 'PLAIN_LEFT_THUMB', 'PLAIN_RIGHT_FOUR',
'PLAIN_LEFT_FOUR']

# Função para explodir o nist
def explode(nif, f_wip, caminho):
    dir_exp = '%s%s\\' % (f_wip, "WIP") # variável que armazena a pasta 'WIP' onde o
nist será explodido
    if not os.path.isdir(dir_exp):      # se a pasta 'WIP' não existir, será criada
        os.mkdir(dir_exp)
    os.chdir(f_wip)                    #retorna para o diretório 'f_wip'

    #chama o executável 'an2k2txt.exe' do 'NBIS'
    cmd = '%san2k2txt.exe %s %s.txt' % (nbis, caminho, nif)
    #print(cmd)
    os.system(cmd)

    # trata e move os arquivos processados pelo 'NBIS' para a variável 'dir_exp'
    for i in glob.glob1(os.getcwd(), '*txt'):
        shutil.move(i, dir_exp)
    for i in glob.glob1(os.getcwd(), '*tmp'):
        shutil.move(i, dir_exp)
    return dir_exp

# Ler os arquivos 'txt' e segrega informações importantes, tais como: sexo, mão, dedo.
def ler_txt(dir_exp, nif):
    global dedos
    images = {}
    dic_dados = {}
    ct_foto = 0
    with open('%s%s.txt' % (dir_exp, nif), 'r') as arq:
        i = arq.readline()
        while i:
            campo_valor = i[i.find('['):]
            campo, valor = campo_valor.split('=')
            valor = valor.replace('\x1f\n', '')
```

```

    # renomeará apropriadamente (com o sexo, RF e dedo) cada uma das dez
    imagens de impressões digitais do nist
    if campo == '[4.009]':
        os.rename('%s%s' % (dir_exp, valor), '%s%s.wsq' % (new,
str(dic_dados['[2.039]']) + '-' + str(dic_dados['[2.011]']) + '-' + dedos[int(fgp1)]))
        imagens[dedos[int(fgp1)]] = '%s%s.jpg' % (new, str(dic_dados['[2.039]'])
+ '-' + str(dic_dados['[2.011]']) + '-' + dedos[int(fgp1)])
    elif campo == '[4.001]':
        fgp1 = 0
    elif campo == '[4.004]' and fgp1 == 0:
        fgp1 = valor
    elif campo == '[10.999]':
        os.rename('%s%s' % (dir_exp, valor), '%s%s.jpg' % (new, id_foto))
        imagens['foto%s' % str(ct_foto)] = '%s%s.jpg' % (new, id_foto)
    elif campo == '[10.002]':
        id_foto = 'FOTO_'+valor

    elif campo.find('[1.]') > -1 or campo.find('[2.]') > -1:
        if campo not in dic_dados.keys():
            dic_dados[campo] = valor
            if campo == '[2.011]':
                new = dir_exp.replace("WIP", valor)
                os.mkdir(new)
                #Lst_.append(valor)
        i = arq.readline()

shutil.move('%s%s.txt' % (dir_exp, nif), '%s%s.txt' % (new, nif))

# Chama a função 'processa_wsq'
processa_wsq(new)
return imagens, dic_dados    # retorna as imagens processadas e as informações
                             # importantes em um dicionário

# Função para mostrar na tela informações importantes
def trata_dados(dados):
    print (dados)
    nome = dados['[2.030]']
    print (nome)

# Função que transforma as imagens de 'raw' para 'jpg'
def processa_wsq(dir):
    tipo = 'jpg'
    for arq in glob.glob1(dir, '*wsq'):
        raw = "%s\\%s" % (dir, arq)
        os.system('%sdwsq.exe raw %s -r'%(nbis, raw))
        l_txt = open(raw.replace('wsq', 'ncm'), 'r').read()
        b_pix = l_txt.split('\n')
        for i in b_pix:
            if i.find('PIX_WIDTH')==0:
                l_w = i.split(' ')[-1]
            elif i.find('PIX_HEIGHT')==0:
                l_h = i.split(' ')[-1]
        l_raw = open(raw.replace('wsq', 'raw'), 'rb').read()
        l_img = Image.frombytes('L', (int(l_w), int(l_h)), l_raw)
        for ext in tipo.split('-'):
            l_out = raw.replace('wsq', ext)

```

```

        l_img.save(l_out)

os.system('del %s'%(raw.replace('wsq','ncm'))))
os.system('del %s'%(raw))
os.system('del %s'%(raw.replace('wsq','raw'))))

# Alternativa ao prompt para se executar o algoritmo
if __name__ == '__main__':
    for i in glob.glob1(f_wip, '*nist'):
        nif = i.split('-')[0] #salva no nif
        imagens, dados = ler_txt(explode(nif, f_wip, f_wip+i), nif)
        trata_dados(dados)
        print (imagens)

```

## marca\_areas.py

```

# Importa as bibliotecas necessárias para o funcionamento do algoritmo
from PIL import Image, ImageDraw
import cv2
import os

# Função que grava o 'RF', 'sexo', 'mão', 'dedo', 'tipoFund' e 'WLC' no arquivo de nome
'RD.txt' dentro da pasta 'Processados'
def Grava_txt(tipoFund, WLC, arquivo):
    g_arq =
open("C:\\Users\\daniel.dsc\\Documents\\Mestrado\\PPGCIMAFUP\\My_fingerprint\\Teste\\Pr
ocessados\\RD.txt", 'a')
    #divide a string convenientemente e salva apenas o que interessa. No caso, o sexo e
o RF
    sexo = arquivo.split("\\")[-1]
    sexo = sexo.split("_")[0]
    sexo, RF = sexo.split("-")[0], sexo.split("-")[1]

    if RF.count("C") == 0:
        pass
    else:
        RF = RF.split("C")[1]

    #divide a string convenientemente e salva apenas o que interessa. No caso, o dedo e
a mão
    dedo = arquivo.split("-")[-1]
    dedo = dedo.split(".")[0]
    mão = dedo.split("_")[0]

    txt = "%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%d\n" % (RF, sexo, mão, dedo, tipoFund, WLC)

    g_arq.write(txt)
    g_arq.close()

# Função que auxilia a percorrer os vários arquivos de um diretório
def Printa_arquivos(pasta):
    l_arquivos = []
    for root, dirs, files in os.walk(pasta):
        for file in files:
            if file.split(".")[1] != "txt": #a ideia aqui era evitar que o programa
tentasse abrir o

```

```

l_arquivos.append(root+file) #arquivo '.txt' como uma imagem, evitando
o erro
#(-215:Assertion failed) size.width>0 &&
size.height>0 in function 'cv::imshow'
    return l_arquivos

# Função para os cliques do mouse
def click(event, x, y, flags, param):
    # Quando o botão esquerdo for pressionado, salva as coordenadas x,y (Xdi, Ydi).
    # Áreas distais.
    # Quando o botão direito for pressionado, salva uma nova coordenada y (Ydip). Área
    proximal.
    if event == cv2.EVENT_LBUTTONDOWN:
        refPt.append((x, y))
    if event == cv2.EVENT_RBUTTONDOWN:
        refPtp.append((x, y))
    return refPt, refPtp

# Função que apresenta as imagens na tela do computador para o operador interagir
def carrega_dados():
    # carrega a imagem e configura a função de retorno do mouse
    global arquivo
    image = cv2.imread(arquivo)
    cv2.namedWindow("fingerprint") # 'fingerprint' será o nome temporário para a
    imagem aberta
    cv2.setMouseCallback("fingerprint", click)
    tipoFund = "" # variável que armazenará a informação do tipo fundamental.
    WLC = 100 # variável que armazenará a informação de WLC
    while WLC == 100:
        while tipoFund == "": #ficará em loop enquanto o operador não decidir por um
dos três tipos fundamentais
            cv2.imshow("fingerprint", image)
            key = cv2.waitKey(25) & 0xFF
            if key == ord('w'):
                tipoFund = "whorl" # verticilo
                break
            elif key == ord('l'): # presilha
                tipoFund = "loop"
                break
            elif key == ord('a'): # arco
                tipoFund = "arch"
                break

            key = cv2.waitKey(25) & 0xFF #ficará em loop enquanto o operador não definir a
WLC (Entre 0 e 9)
            if key == ord('a'):
                WLC = 0
            elif key == ord('b'):
                WLC = 1
            elif key == ord('c'):
                WLC = 2
            elif key == ord('d'):
                WLC = 3
            elif key == ord('e'):
                WLC = 4
            elif key == ord('f'):
                WLC = 5

```

```

    elif key == ord('g'):
        WLC = 6
    elif key == ord('h'):
        WLC = 7
    elif key == ord('i'):
        WLC = 8
    elif key == ord('j'):
        WLC = 9

cv2.destroyAllWindows() #fecha a imagem
return tipoFund, refPt, refPtp, WLC

def main(arquivo):
    # chama a função 'carrega_dados()' e salva o retorno dela nas variáveis tipoFund,
    refPT, refPTp e WLC
    tipoFund, refPt, refPtp, WLC = carrega_dados()
    im = Image.open(arquivo) # carrega a imagem

    #transforma a string armazenada na variável 'refPt' em inteiro e segrega os valores
    de 'Xdi' e 'Ydi'
    di = str(refPt[0])
    Xdi = di.split("(" and ",")[0]
    Xdi = int(Xdi.split("(")[1]) #Coordenada X de início da diagonal de contagem das
    áreas distais
    Ydi = di.split(",")[1]
    Ydi = int(Ydi.split(")")[0]) #Coordenada y de início da diagonal de contagem das
    áreas distais

    # transfor a string armazenada na variável 'refPtp' em inteiro e segrega o valor de
    'Ydip'
    dip = str(refPtp[0])
    # a posição x inicial da área proximal é a mesma da posição x inicial das áreas
    distais.
    Ydip = dip.split(",")[1]
    Ydip = int(Ydip.split(")")[0]) #Coordenada y de início da diagonal de contagem da
    área proximal

    # Chama a função 'Grava_txt'
    Grava_txt(tipoFund, WLC, arquivo)

    # marca a diagonal do pixel do clique na imagem, para mera ilustração.
    draw = ImageDraw.Draw(im) # para ativar a classe ImageDraw e permitir o registro
    dos quadrados
    draw.line([(Xdi, Ydi), (Xdi + 103, Ydi - 103)], 125, 3) #linha cinza(125) com 3
    pixels na região radial.
    draw.line([(Xdi, Ydi), (Xdi - 103, Ydi - 103)], 125, 3) #linha cinza(125) com 3
    pixels na região ulnar.
    draw.line([(Xdi, Ydip), (Xdi, Ydip - 146)], 125, 3) #linha cinza(125) com 3
    pixels na região proximal.
    # marca os quadrados distais de 5mm de Lado
    draw.line([(Xdi - 183, Ydi), (Xdi + 183, Ydi)], 0, 2) #horizontal de baixo
    draw.line([(Xdi - 103, Ydi - 103), (Xdi + 103, Ydi - 103)], 0, 2) #horizontal de
    cima
    draw.line([(Xdi, Ydi), (Xdi, Ydi - 103)], 0, 2) # vertical do meio
    draw.line([(Xdi - 103, Ydi), (Xdi - 103, Ydi - 103)], 0, 2) # vertical do esquerda
    draw.line([(Xdi + 103, Ydi), (Xdi + 103, Ydi - 103)], 0, 2) # vertical da direita
    # marca o quadrado proximal de 5mm de Lado

```



```

    draw.line([(Xdi - 183, Ydip), (Xdi + 183, Ydip)], 0, 2)      # horizontal
interfalange
draw.line([(Xdi - 73, Ydip - 73), (Xdi, Ydip - 146)], 0, 2)
draw.line([(Xdi - 73, Ydip - 73), (Xdi, Ydip)], 0, 2)
draw.line([(Xdi, Ydip - 146), (Xdi + 72, Ydip - 72)], 0, 2)
draw.line([(Xdi, Ydip), (Xdi + 73, Ydip - 73)], 0, 2)

#salva a imagem com os quadrados de 5mm e as respectivas diagonais
im.save(arquivo)

# mover para a pasta processados os arquivos que já foram analisados.
im.close()      #tem que fechar para o windows não reclamar

#o replace troca a palavra 'Teste' por 'Teste\\Processados
#e o rename move o 'arquivo' para o novo endereço.
os.rename(str(arquivo), arquivo.replace('Teste', 'Teste\\Processados'))

# Alternativa ao prompt para se executar o algoritmo
if __name__ == "__main__":
    pasta =
    "C:\\Users\\daniel.dsc\\Documents\\Mestrado\\PPGCIMAFUP\\My_fingerprint\\Teste\\"
    for arquivo in Printa_arquivos(pasta):
        # Busca das coordenadas x,y a partir do clique. Variáveis da função click
        refPt = []
        refPtp = []
        main(arquivo)

```

## Algoritmos em R

```

---
title: "RD e WLC para definição do Sexo"
output: html_notebook
---

```{r}
# Importando a biblioteca necessária à leitura do BD
library(readxl)

# Abrindo o BD. Trata-se uma planilha excel com duas abas
dados1 <- read_xlsx("RD_WLC_Sexo.xlsx", 1) #aba 1
dados2 <- read_xlsx("RD_WLC_Sexo.xlsx", 2) #aba 2

# Manipulando convenientemente o BD
#Importando a biblioteca necessária à manipulação
library(dplyr, warn.conflicts = F)
sexo <- select(dados1, "SEXO")
regiao <- select(dados1, "REGIAO")
mao <- select(dados1, "MAO")
dedo <- select(dados1, "DEDO")
tipo_fund <- select(dados1, "TIPO_FUND")

# cria o BD 'data.his' que possui os dados que serão utilizados no histograma e no
teste de normalidade
data.his <- data.frame(dados1[,10:13], sexo, mao, dedo, regiao, tipo_fund)

# o table mostra as observações existentes na variável, por frequência
table(data.his$DEDO)

# Cria o BD com a RD e WLC apenas de homens
RD_WLC_Homem <- filter(data.his, data.his$SEXO == "HOMEM")
# Cria o BD com a RD e WLC apenas de mulheres
RD_WLC_Mulher <- filter(data.his, data.his$SEXO == "MULHER")

# Cria o BD com a RD DISTAL (RD ulnar + RD radial)
RD_Distal <- filter(dados2, dados2$Tipo != "PROXIMAL")
#Cria o BD com a RD_DISTAL apenas de homens
RD_Distal_Homem <-filter(RD_Distal,RD_Distal$SEXO == "HOMEM")
#Cria o BD com RD_DISTAL apenas de mulheres
RD_Distal_Mulher <-filter(RD_Distal,RD_Distal$SEXO == "MULHER")

# Cria o BD com a RD e WLC por mão
#Esquerda
RD_WLC_LEFT <- filter(data.his, data.his$MAO == "LEFT")
# Direita
RD_WLC_RIGHT <- filter(data.his, data.his$MAO == "RIGHT")

```

## Apêndices

```

# Cria o BD com a RD Distal por mão
  #Esquerda
RD_Distal_LEFT <- filter(RD_Distal, RD_Distal$MAO == "LEFT")
  #Direita
RD_Distal_RIGHT <- filter(RD_Distal, RD_Distal$MAO == "RIGHT")

# Cria o BD com a RD e WLC por região geográfica
  #Sul
RD_WLC_REG_Sul <- filter(data.his, data.his$REGIAO == "Sul")
  #Sudeste
RD_WLC_REG_Sudeste <- filter(data.his, data.his$REGIAO == "Sudeste")
  #Centroeste
RD_WLC_REG_Centroeste <- filter(data.his, data.his$REGIAO == "Centroeste")
  #Norte
RD_WLC_REG_Norte <- filter(data.his, data.his$REGIAO == "Norte")
  #Nordeste
RD_WLC_REG_Nordeste <- filter(data.his, data.his$REGIAO == "Nordeste")

# Cria o BD com a RD e WLC por dedo
  # 1 OU right thumb
RD_WLC_R_THUMB <- filter(data.his, data.his$DEDO == "RIGHT_THUMB")
  # 2 OU right index
RD_WLC_R_INDEX <- filter(data.his, data.his$DEDO == "RIGHT_INDEX")
  # 3 OU right middle
RD_WLC_R_MIDDLE <- filter(data.his, data.his$DEDO == "RIGHT_MIDDLE")
  # 4 OU right ring
RD_WLC_R_RING <- filter(data.his, data.his$DEDO == "RIGHT_RING")
  # 5 OU right little
RD_WLC_R_LITTLE <- filter(data.his, data.his$DEDO == "RIGHT_LITTLE")
  # 6 OU left thumb
RD_WLC_L_THUMB <- filter(data.his, data.his$DEDO == "LEFT_THUMB")
  # 7 OU left index
RD_WLC_L_INDEX <- filter(data.his, data.his$DEDO == "LEFT_INDEX")
  # 8 OU leftt middle
RD_WLC_L_MIDDLE <- filter(data.his, data.his$DEDO == "LEFT_MIDDLE")
  # 9 OU leftt ring
RD_WLC_L_RING <- filter(data.his, data.his$DEDO == "LEFT_RING")
  # 10 OU left little
RD_WLC_L_LITTLE <- filter(data.his, data.his$DEDO == "LEFT_LITTLE")

# Cria os BDs para as RDs e WLC por dedo e por sexo
  #RIGHT_THUMB
RD_WLC_R_THUMB_H <- filter(RD_WLC_R_THUMB, RD_WLC_R_THUMB$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_R_THUMB_M <- filter(RD_WLC_R_THUMB, RD_WLC_R_THUMB$SEXO == "MULHER")
  #RIGHT_INDEX
RD_WLC_R_INDEX_H <- filter(RD_WLC_R_INDEX, RD_WLC_R_INDEX$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_R_INDEX_M <- filter(RD_WLC_R_INDEX, RD_WLC_R_INDEX$SEXO == "MULHER")
  #RIGHT_MIDDLE
RD_WLC_R_MIDDLE_H <- filter(RD_WLC_R_MIDDLE, RD_WLC_R_MIDDLE$SEXO == "HOMEM")

```

## Apêndices

```

RD_WLC_R_MIDDLE_M <- filter(RD_WLC_R_MIDDLE, RD_WLC_R_MIDDLE$SEXO == "MULHER")
#RIGHT_RING
RD_WLC_R_RING_H <- filter(RD_WLC_R_RING, RD_WLC_R_RING$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_R_RING_M <- filter(RD_WLC_R_RING, RD_WLC_R_RING$SEXO == "MULHER")
#RIGHT_LITTLE
RD_WLC_R_LITTLE_H <- filter(RD_WLC_R_LITTLE, RD_WLC_R_LITTLE$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_R_LITTLE_M <- filter(RD_WLC_R_LITTLE, RD_WLC_R_LITTLE$SEXO == "MULHER")
#LEFT_THUMB
RD_WLC_L_THUMB_H <- filter(RD_WLC_L_THUMB, RD_WLC_L_THUMB$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_L_THUMB_M <- filter(RD_WLC_L_THUMB, RD_WLC_L_THUMB$SEXO == "MULHER")
#LEFT_INDEX
RD_WLC_L_INDEX_H <- filter(RD_WLC_L_INDEX, RD_WLC_L_INDEX$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_L_INDEX_M <- filter(RD_WLC_L_INDEX, RD_WLC_L_INDEX$SEXO == "MULHER")
#LEFT_MIDDLE
RD_WLC_L_MIDDLE_H <- filter(RD_WLC_L_MIDDLE, RD_WLC_L_MIDDLE$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_L_MIDDLE_M <- filter(RD_WLC_L_MIDDLE, RD_WLC_L_MIDDLE$SEXO == "MULHER")
#LEFT_RING
RD_WLC_L_RING_H <- filter(RD_WLC_L_RING, RD_WLC_L_RING$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_L_RING_M <- filter(RD_WLC_L_RING, RD_WLC_L_RING$SEXO == "MULHER")
#LEFT_LITTLE
RD_WLC_L_LITTLE_H <- filter(RD_WLC_L_LITTLE, RD_WLC_L_LITTLE$SEXO == "HOMEM")
RD_WLC_L_LITTLE_M <- filter(RD_WLC_L_LITTLE, RD_WLC_L_LITTLE$SEXO == "MULHER")

# Cria o BD com a RD Distal, por dedo
#RIGHT_THUMB
RD_Distal_R_THUMB <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "RIGHT_THUMB")
#RIGHT_INDEX
RD_Distal_R_INDEX <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "RIGHT_INDEX")
#RIGHT_MIDDLE
RD_Distal_R_MIDDLE <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "RIGHT_MIDDLE")
#RIGHT_RING
RD_Distal_R_RING <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "RIGHT_RING")
#RIGHT_LITTLE
RD_Distal_R_LITTLE <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "RIGHT_LITTLE")
#LEFT_THUMB
RD_Distal_L_THUMB <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "LEFT_THUMB")
#LEFT_INDEX
RD_Distal_L_INDEX <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "LEFT_INDEX")
#LEFT_MIDDLE
RD_Distal_L_MIDDLE <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "LEFT_MIDDLE")
#LEFT_RING
RD_Distal_L_RING <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "LEFT_RING")
#LEFT_LITTLE
RD_Distal_L_LITTLE <- filter(RD_Distal, RD_Distal$DEDO == "LEFT_LITTLE")

# Cria os BDs para a RD Distal por dedo e por sexo
#RIGHT_THUMB
RD_Distal_R_THUMB_H <- filter(RD_Distal_R_THUMB, RD_Distal_R_THUMB$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_R_THUMB_M <- filter(RD_Distal_R_THUMB, RD_Distal_R_THUMB$SEXO == "MULHER")

```

```

#RIGHT_INDEX
RD_Distal_R_INDEX_H <- filter(RD_Distal_R_INDEX, RD_Distal_R_INDEX$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_R_INDEX_M <- filter(RD_Distal_R_INDEX, RD_Distal_R_INDEX$SEXO == "MULHER")
#RIGHT_MIDDLE
RD_Distal_R_MIDDLE_H <- filter(RD_Distal_R_MIDDLE, RD_Distal_R_MIDDLE$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_R_MIDDLE_M <- filter(RD_Distal_R_MIDDLE, RD_Distal_R_MIDDLE$SEXO == "MULHER")
#RIGHT_RING
RD_Distal_R_RING_H <- filter(RD_Distal_R_RING, RD_Distal_R_RING$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_R_RING_M <- filter(RD_Distal_R_RING, RD_Distal_R_RING$SEXO == "MULHER")
#RIGHT_LITTLE
RD_Distal_R_LITTLE_H <- filter(RD_Distal_R_LITTLE, RD_Distal_R_LITTLE$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_R_LITTLE_M <- filter(RD_Distal_R_LITTLE, RD_Distal_R_LITTLE$SEXO == "MULHER")
#LEFT_THUMB
RD_Distal_L_THUMB_H <- filter(RD_Distal_L_THUMB, RD_Distal_L_THUMB$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_L_THUMB_M <- filter(RD_Distal_L_THUMB, RD_Distal_L_THUMB$SEXO == "MULHER")
#LEFT_INDEX
RD_Distal_L_INDEX_H <- filter(RD_Distal_L_INDEX, RD_Distal_L_INDEX$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_L_INDEX_M <- filter(RD_Distal_L_INDEX, RD_Distal_L_INDEX$SEXO == "MULHER")
#LEFT_MIDDLE
RD_Distal_L_MIDDLE_H <- filter(RD_Distal_L_MIDDLE, RD_Distal_L_MIDDLE$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_L_MIDDLE_M <- filter(RD_Distal_L_MIDDLE, RD_Distal_L_MIDDLE$SEXO == "MULHER")
#LEFT_RING
RD_Distal_L_RING_H <- filter(RD_Distal_L_RING, RD_Distal_L_RING$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_L_RING_M <- filter(RD_Distal_L_RING, RD_Distal_L_RING$SEXO == "MULHER")
#LEFT_LITTLE
RD_Distal_L_LITTLE_H <- filter(RD_Distal_L_LITTLE, RD_Distal_L_LITTLE$SEXO == "HOMEM")
RD_Distal_L_LITTLE_M <- filter(RD_Distal_L_LITTLE, RD_Distal_L_LITTLE$SEXO == "MULHER")
...

# Cálculo da Média, SD e Erro padrão totais

```{r}
# Média, SD e Erro Padrão para a RD e WLC por área
#Ulnar
round(mean(data.his$ULNAR), 2) #média
round(sd(data.his$ULNAR), 2) #desvio-padrão (SD)
round(sd(data.his$ULNAR)/sqrt(length(data.his$ULNAR)), 2) #Erro padrão
#Radial
round(mean(data.his$RADIAL), 2)
round(sd(data.his$RADIAL), 2)
round(sd(data.his$RADIAL)/sqrt(length(data.his$RADIAL)), 2)
#Proximal
round(mean(data.his$PROXIMAL), 2)
round(sd(data.his$PROXIMAL), 2)
round(sd(data.his$PROXIMAL)/sqrt(length(data.his$PROXIMAL)), 2)
#WLC
round(mean(data.his$WLC), 2)
round(sd(data.his$WLC), 2)
round(sd(data.his$WLC)/sqrt(length(data.his$WLC)), 2)

```

```

# Média, SD e erro padrão para a RD Proximal por dedo e por sexo
#RIGHT_THUMB
round(mean(RD_WLC_R_THUMB_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_THUMB_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_THUMB_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_THUMB_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_R_THUMB_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_THUMB_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_THUMB_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_THUMB_M$PROXIMAL)), 2)
#RIGHT_INDEX
round(mean(RD_WLC_R_INDEX_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_INDEX_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_INDEX_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_INDEX_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_R_INDEX_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_INDEX_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_INDEX_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_INDEX_M$PROXIMAL)), 2)
#RIGHT_MIDDLE
round(mean(RD_WLC_R_MIDDLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_MIDDLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_MIDDLE_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_MIDDLE_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_R_MIDDLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_MIDDLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_MIDDLE_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_MIDDLE_M$PROXIMAL)), 2)
#RIGHT_RING
round(mean(RD_WLC_R_RING_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_RING_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_RING_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_RING_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_R_RING_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_RING_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_RING_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_RING_M$PROXIMAL)), 2)
#RIGHT_LITTLE
round(mean(RD_WLC_R_LITTLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_LITTLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_LITTLE_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_LITTLE_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_R_LITTLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_LITTLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_R_LITTLE_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_R_LITTLE_M$PROXIMAL)), 2)
#LEF_THUMB
round(mean(RD_WLC_L_THUMB_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_THUMB_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_THUMB_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_THUMB_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_L_THUMB_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_THUMB_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_THUMB_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_THUMB_M$PROXIMAL)), 2)
#LEFTT_INDEX
round(mean(RD_WLC_L_INDEX_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_INDEX_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_INDEX_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_INDEX_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_L_INDEX_M$PROXIMAL), 2)

```

```

round(sd(RD_WLC_L_INDEX_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_INDEX_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_INDEX_M$PROXIMAL)), 2)
#LEFT_MIDDLE
round(mean(RD_WLC_L_MIDDLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_MIDDLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_MIDDLE_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_MIDDLE_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_L_MIDDLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_MIDDLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_MIDDLE_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_MIDDLE_M$PROXIMAL)), 2)
#LEFT_RING
round(mean(RD_WLC_L_RING_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_RING_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_RING_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_RING_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_L_RING_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_RING_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_RING_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_RING_M$PROXIMAL)), 2)
#LEFT_LITTLE
round(mean(RD_WLC_L_LITTLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_LITTLE_H$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_LITTLE_H$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_LITTLE_H$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_L_LITTLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_LITTLE_M$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_L_LITTLE_M$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_L_LITTLE_M$PROXIMAL)), 2)

# Média, SD e erro padrão para a RD Distal por dedo e por sexo
#RIGHT_THUMB
round(mean(RD_Distal_R_THUMB_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_THUMB_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_THUMB_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_THUMB_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_R_THUMB_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_THUMB_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_THUMB_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_THUMB_M$RD)), 2)
#RIGHT_INDEX
round(mean(RD_Distal_R_INDEX_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_INDEX_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_INDEX_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_INDEX_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_R_INDEX_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_INDEX_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_INDEX_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_INDEX_M$RD)), 2)
#RIGHT_MIDDLE
round(mean(RD_Distal_R_MIDDLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_MIDDLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_MIDDLE_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_MIDDLE_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_R_MIDDLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_MIDDLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_MIDDLE_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_MIDDLE_M$RD)), 2)
#RIGHT_RING
round(mean(RD_Distal_R_RING_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_RING_H$RD), 2)

```

```

round(sd(RD_Distal_R_RING_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_RING_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_R_RING_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_RING_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_RING_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_RING_M$RD)), 2)
  #RIGHT_LITTLE
round(mean(RD_Distal_R_LITTLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_LITTLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_LITTLE_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_LITTLE_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_R_LITTLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_LITTLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_R_LITTLE_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_R_LITTLE_M$RD)), 2)
  #LEF_THUMB
round(mean(RD_Distal_L_THUMB_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_THUMB_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_THUMB_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_THUMB_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_L_THUMB_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_THUMB_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_THUMB_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_THUMB_M$RD)), 2)
  #LEFTT_INDEX
round(mean(RD_Distal_L_INDEX_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_INDEX_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_INDEX_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_INDEX_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_L_INDEX_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_INDEX_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_INDEX_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_INDEX_M$RD)), 2)
  #LEFT_MIDDLE
round(mean(RD_Distal_L_MIDDLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_MIDDLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_MIDDLE_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_MIDDLE_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_L_MIDDLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_MIDDLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_MIDDLE_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_MIDDLE_M$RD)), 2)
  #LEFT_RING
round(mean(RD_Distal_L_RING_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_RING_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_RING_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_RING_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_L_RING_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_RING_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_RING_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_RING_M$RD)), 2)
  #LEFT_LITTLE
round(mean(RD_Distal_L_LITTLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_LITTLE_H$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_LITTLE_H$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_LITTLE_H$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_L_LITTLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_LITTLE_M$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_L_LITTLE_M$RD)/sqrt(length(RD_Distal_L_LITTLE_M$RD)), 2)
` ``
` ``

# Função que cria o histograma para a RD ulnar

```



```

```{r}
hist(data.his$ULNAR,
      main="Histograma RD Ulnar",
      xlab="RD",
      ylab = "Frequencia",
      border="blue",
      col="green",
      xlim=c(8,28),
      ylim = c(0,0.2),
      las=1,
      breaks=10,
      prob = TRUE)
```

# Função que cria o histograma para a RD ulnar, com mais detalhes

```{r}
# Importando a biblioteca necessária à função ggplot2
library(ggplot2)

ggplot(data=data.his, aes(data.his$ULNAR)) +
  geom_histogram(aes(y =..density..),
                 col="red",
                 fill = "green", binwidth = 1,
                 alpha = 0.2) +
  labs(title="Histograma RD Ulnar", x="RD", y="Frequencia")
```

# Histograma para a RD ulnar separada por sexo

```{r}
# change fill and outline color manually
library(ggplot2)
theme_set(
  theme_classic() +
  theme(legend.position = "top")
)

ggplot(data.his, aes(x = data.his$ULNAR)) +
  geom_histogram(aes(fill = data.his$SEXO),color = "black",
                 position = "identity", binwidth = 1, alpha = 0.4) +
  scale_fill_manual(values = c("#00AFBB", "#E7B800")) +
  labs(x="RD", y="Quantidade", fill = "Sexo:")
#ggsave("myplot.png") #Comando para salvar a imagem gerada
```

# Teste de normalidade

```

## Apêndices

```

```{r}
# Interpretação para o teste de normalidade: O p-valor é muito inferior ao alfa = 0,01;
logo, a distribuição é normal.

# RDs e WLC
shapiro.test(data.his$ULNAR)
shapiro.test(data.his$RADIAL)
shapiro.test(data.his$PROXIMAL)
shapiro.test(data.his$WLC)

# separado por sexo
shapiro.test(RD_WLC_Homem$ULNAR)
shapiro.test(RD_WLC_Homem$RADIAL)
shapiro.test(RD_WLC_Homem$PROXIMAL)
shapiro.test(RD_WLC_Homem$WLC)
shapiro.test(RD_WLC_Mulher$ULNAR)
shapiro.test(RD_WLC_Mulher$RADIAL)
shapiro.test(RD_WLC_Mulher$PROXIMAL)
shapiro.test(RD_WLC_Mulher$WLC)
```

# Teste t para o sexo e Teste t para a mão

```{r}
# Aplica o teste t de Student para a RD Ulnar de homens e mulheres
t.test(RD_WLC_Homem$ULNAR, RD_WLC_Mulher$ULNAR)
# Aplica o teste t de Student para a RD Radial de homens e mulheres
t.test(RD_WLC_Homem$RADIAL, RD_WLC_Mulher$RADIAL)
# Aplica o teste t de Student para a RD DISTAL de homens e mulheres
t.test(RD_Distal_Homem$RD, RD_Distal_Mulher$RD)
# Aplica o teste t de Student para a RD proximal de homens e mulheres
t.test(RD_WLC_Homem$PROXIMAL, RD_WLC_Mulher$PROXIMAL)
# Aplica o teste t de Student para a WLC de homens e mulheres
t.test(RD_WLC_Homem$WLC, RD_WLC_Mulher$WLC)

# Aplica o teste t de Student para a RD Ulnar com relação à mão
t.test(RD_WLC_RIGHT$ULNAR, RD_WLC_LEFT$ULNAR, paired = TRUE)
# Aplica o teste t de Student para a RD Radial com relação à mão
t.test(RD_WLC_RIGHT$RADIAL, RD_WLC_LEFT$RADIAL, paired = TRUE)
# Aplica o teste t de Student para a RD Distal com relação à mão
t.test(RD_Distal_RIGHT$RD, RD_Distal_LEFT$RD, paired = TRUE)
# Aplica o teste t de Student para a RD Proximal com relação à mão
t.test(RD_WLC_RIGHT$PROXIMAL, RD_WLC_LEFT$PROXIMAL, paired = TRUE)
# Aplica o teste t de Student para a WLC com relação à mão
t.test(RD_WLC_RIGHT$WLC, RD_WLC_LEFT$WLC, paired = TRUE)
```

# Gráfico de caixa e teste ANOVA para as três áreas ulnar, radial e proximal

```

```

```{r}
# Importando a biblioteca necessária ao gerador de gráficos
library(ggplot2)
# Gráfico de caixa para melhor visualizar as três áreas da impressão digital
ggplot(dados2, aes(x = dados2$Tipo, y = dados2$RD)) +
  geom_boxplot(aes(fill = dados2$Tipo),color = "black",
              position = "identity", alpha = 0.4) +
  scale_fill_manual(values = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07")) +
  labs(x="Áreas", y="RD", fill = "Tipo:")
#ggsave("myplot1.png")

# Calcula a ANOVA para as três áreas da impressão digital
res.aov <- aov(RD ~ Tipo, data = dados2)
# Resume a ANOVA
summary(res.aov)

# Interpretação: Se o p-valor for menor do que nível de significância (0,05), pode-se
concluir que há diferenças significativas entre os grupos apresentados no resumo. Um p-
valor significante indica que há diferenças, mas não se sabe exatamente em quais pares.
Dessa forma, o teste DHS Tukey será performado para evidenciar onde, exatamente, estão
as diferenças significativas.

# Teste para discriminar, exatamente, quais são as diferenças. Nível de significância
igual a 1%
TukeyHSD(res.aov,conf.level = 0.99)

#Interpretação:
# diff: diferenças entre as médias de dois grupos
# lwr, upr: o ponto mais baixo e o mais alto do intervalo de confiança de 95%
# p adj: o p-valor após os ajustes de multiplas comparações.
```

# Gráfico de Caixa e teste ANOVA para as cinco Regiões Geográficas

```{r}
library(ggplot2)
# Gráfico de caixa para melhor visualizar as cinco regiões geográficas, com relação às
RDs distal e proximal
#DISTAL
ggplot(RD_Distal, aes(x = RD_Distal$REGIAO, y = RD_Distal$RD)) +
  geom_boxplot(aes(fill = RD_Distal$REGIAO),color = "black",
              position = "identity", alpha = 0.4) +
  #scale_fill_manual(values = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07")) +
  labs(x="Regiões", y="RD Distal", fill = "Região:")
#ggsave("myplot2.png")

#PROXIMAL
ggplot(data.his, aes(x = data.his$REGIAO, y = data.his$PROXIMAL)) +
  geom_boxplot(aes(fill = data.his$REGIAO),color = "black",

```

```

        position = "identity", alpha = 0.4) +
  #scale_fill_manual(values = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07")) +
  labs(x="Regiões", y="RD Proximal", fill = "Região:")
#ggsave("myplot2.png")

# Gráfico de caixa para melhor visualizar as cinco regiões geográficas, com relação à
WLC
ggplot(data.his, aes(x = data.his$REGIAO, y = data.his$WLC)) +
  geom_boxplot(aes(fill = data.his$REGIAO), color = "black",
              position = "identity", alpha = 0.4) +
  #scale_fill_manual(values = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07")) +
  labs(x="Regiões", y="WLC", fill = "Região:")
#ggsave("myplot2.png")

# Calcula a ANOVA por região geográfica para cada uma das 5 característica
  #ulnar
res_ulnar.aov <- aov(ULNAR ~ REGIAO, data = data.his)
  #radial
res_radial.aov <- aov(RADIAL ~ REGIAO, data = data.his)
  #Distal
res_distal.aov <- aov(RD ~ REGIAO, data = RD_Distal)
  #Proximal
res_proximal.aov <- aov(PROXIMAL ~ REGIAO, data = data.his)
  #WLC
res_wlc.aov <- aov(WLC ~ REGIAO, data = data.his)

# Resume as ANOVAs
summary(res_ulnar.aov)
summary(res_radial.aov)
summary(res_distal.aov)
summary(res_proximal.aov)
summary(res_wlc.aov)

# Teste de Tukey para descobrir quais são as diferenças apontadas pelas ANOVAs
TukeyHSD(res_ulnar.aov)
TukeyHSD(res_radial.aov)
TukeyHSD(res_distal.aov)
TukeyHSD(res_proximal.aov)
TukeyHSD(res_wlc.aov)

plot(TukeyHSD(res_distal.aov))
```



```

# Gráfico de Caixa e teste ANOVA para os dez dedos

```{r}
library(ggplot2)
# Gráfico de caixa para melhor visualizar os dedos, com relação às RDs
  #DISTAL

```


```

```

ggplot(RD_Distal, aes(x = RD_Distal$DEDO, y = RD_Distal$RD)) +
  geom_boxplot(aes(fill = RD_Distal$DEDO), color = "black",
              position = "identity", alpha = 0.4) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90)) + #rotaciona a legenda do eixo x em
90°.
#ordena os dedos conforme limits
  scale_x_discrete(limits=c("RIGHT_THUMB", "RIGHT_INDEX", "RIGHT_MIDDLE", "RIGHT_RING",
"RIGHT_LITTLE", "LEFT_THUMB", "LEFT_INDEX", "LEFT_MIDDLE", "LEFT_RING", "LEFT_LITTLE"))
+
  labs(x = "Dedos", y="RD Distal", fill = "Dedo:")
#ggsave("myplot3.png")

#PROXIMAL
ggplot(data.his, aes(x = data.his$DEDO, y = data.his$PROXIMAL)) +
  geom_boxplot(aes(fill = data.his$DEDO), color = "black",
              position = "identity", alpha = 0.4) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90)) + #rotaciona a legenda do eixo x em 90°.
#ordena os dedos conforme limits
  scale_x_discrete(limits=c("RIGHT_THUMB", "RIGHT_INDEX", "RIGHT_MIDDLE", "RIGHT_RING",
"RIGHT_LITTLE", "LEFT_THUMB", "LEFT_INDEX", "LEFT_MIDDLE", "LEFT_RING", "LEFT_LITTLE"))
+
  labs(x="Dedos", y="RD Proximal", fill = "Dedo:")
#ggsave("myplot2.png")

# Gráfico de caixa para melhor visualizar os dedos, com relação à WLC
ggplot(data.his, aes(x = data.his$DEDO, y = data.his$WLC)) +
  geom_boxplot(aes(fill = data.his$DEDO), color = "black",
              position = "identity", alpha = 0.4) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90)) + #rotaciona a legenda do eixo x em 90°.
#ordena os dedos conforme limits
  scale_x_discrete(limits=c("RIGHT_THUMB", "RIGHT_INDEX", "RIGHT_MIDDLE", "RIGHT_RING",
"RIGHT_LITTLE", "LEFT_THUMB", "LEFT_INDEX", "LEFT_MIDDLE", "LEFT_RING", "LEFT_LITTLE"))
+
  labs(x="Dedos", y="WLC", fill = "Dedo:")
#ggsave("myplot2.png")

# Calcula a ANOVA, por dedo
#ulnar
res_DEDOulnar.aov <- aov(ULNAR ~ DEDO, data = data.his)
#radial
res_DEDOradial.aov <- aov(RADIAL ~ DEDO, data = data.his)
#Distal
res_DEDOdistal.aov <- aov(RD ~ DEDO, data = RD_Distal)
#Proximal
res_DEDOproximal.aov <- aov(PROXIMAL ~ DEDO, data = data.his)
#WLC
res_DEDOwlc.aov <- aov(WLC ~ DEDO, data = data.his)

# Calcula a ANOVA, por dedo e por sexo, para a RD Distal e RD Proximal

```

## Apêndices

```

#Distal
res_DEDO_SEXO_distal.aov <- aov(RD ~ DEDO:SEXO, data = RD_Distal)
res_DEDO_SEXO_proximal.aov <- aov(PROXIMAL ~ DEDO:SEXO, data = data.his)

# Resume as ANOVAS
summary(res_DEDOulnar.aov)
summary(res_DEDOradial.aov)
summary(res_DEDOdistal.aov)
summary(res_DEDO_SEXO_distal.aov)
summary(res_DEDOproximal.aov)
summary(res_DEDO_SEXO_proximal.aov)
summary(res_DEDOwlc.aov)

# Teste de Tukey para descobrir quais são as diferenças apontadas pela ANOVA para os
dedos
TukeyHSD(res_DEDOulnar.aov)
TukeyHSD(res_DEDOradial.aov)
TukeyHSD(res_DEDOdistal.aov)
TukeyHSD(res_DEDO_SEXO_distal.aov)
TukeyHSD(res_DEDOproximal.aov)
TukeyHSD(res_DEDO_SEXO_proximal.aov)
TukeyHSD(res_DEDOwlc.aov)

# faz o gráfico do Tukey
plot(TukeyHSD(res_DEDOulnar.aov))
```



```

# Tipo Fundamental para as 5 características, por sexo

```{r}
# Tipo Fundamental por sexo

# Cria os BDs das RDs e WLC, por tipo fundamental e por sexo
#Homem
RD_WLC_Homem_Arco <- filter(RD_WLC_Homem, RD_WLC_Homem$TIPO_FUND == "arch")
RD_WLC_Homem_Presilha <- filter(RD_WLC_Homem, RD_WLC_Homem$TIPO_FUND == "loop")
RD_WLC_Homem_Verticilo <- filter(RD_WLC_Homem, RD_WLC_Homem$TIPO_FUND == "whorl")
#Mulher
RD_WLC_Mulher_Arco <- filter(RD_WLC_Mulher, RD_WLC_Mulher$TIPO_FUND == "arch")
RD_WLC_Mulher_Presilha <- filter(RD_WLC_Mulher, RD_WLC_Mulher$TIPO_FUND == "loop")
RD_WLC_Mulher_Verticilo <- filter(RD_WLC_Mulher, RD_WLC_Mulher$TIPO_FUND == "whorl")

#Cria o BD para a RD Distal por tipo fundamental, por mão e por sexo
#Homem
RD_Distal_Homem_Arco <- filter(RD_Distal_Homem, RD_Distal_Homem$TIPO_FUND == "arch")
RD_Distal_Homem_Presilha <- filter(RD_Distal_Homem, RD_Distal_Homem$TIPO_FUND ==
"loop")
RD_Distal_Homem_Verticilo <- filter(RD_Distal_Homem, RD_Distal_Homem$TIPO_FUND ==
"whorl")

```


```

## Apêndices

```

#Mulher
RD_Distal_Mulher_Arco <- filter(RD_Distal_Mulher, RD_Distal_Mulher$TIPO_FUND == "arch")
RD_Distal_Mulher_Presilha <- filter(RD_Distal_Mulher, RD_Distal_Mulher$TIPO_FUND ==
"loop")
RD_Distal_Mulher_Verticilo <- filter(RD_Distal_Mulher, RD_Distal_Mulher$TIPO_FUND ==
"whorl")

# Média, SD e erro padrão das RDs e WLC, por tipo fundamental, mão e sexo

#RD Ulnar
#Arco
round(mean(RD_WLC_Homem_Arco$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$ULNAR)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Arco$ULNAR)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Arco$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$ULNAR)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Arco$ULNAR)), 2)
#Presilha
round(mean(RD_WLC_Homem_Presilha$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$ULNAR)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Presilha$ULNAR)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Presilha$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$ULNAR)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Presilha$ULNAR)), 2)
#Verticilo
round(mean(RD_WLC_Homem_Verticilo$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$ULNAR)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Verticilo$ULNAR)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Verticilo$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$ULNAR), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$ULNAR)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Verticilo$ULNAR)), 2)

#RD Radial
#Arco
round(mean(RD_WLC_Homem_Arco$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$RADIAL)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Arco$RADIAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Arco$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$RADIAL)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Arco$RADIAL)), 2)
#Presilha
round(mean(RD_WLC_Homem_Presilha$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$RADIAL)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Presilha$RADIAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Presilha$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$RADIAL)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Presilha$RADIAL)), 2)
#Verticilo
round(mean(RD_WLC_Homem_Verticilo$RADIAL), 2)

```

```

round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$RADIAL)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Verticilo$RADIAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Verticilo$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$RADIAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$RADIAL)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Verticilo$RADIAL)),
2)

#RD Proximal
  #Arco
round(mean(RD_WLC_Homem_Arco$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Arco$PROXIMAL)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Arco$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Arco$PROXIMAL)), 2)
  #Presilha
round(mean(RD_WLC_Homem_Presilha$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Presilha$PROXIMAL)),
2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Presilha$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Presilha$PROXIMAL))
, 2)
  #Verticilo
round(mean(RD_WLC_Homem_Verticilo$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Verticilo$PROXIMAL))
, 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Verticilo$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$PROXIMAL), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$PROXIMAL)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Verticilo$PROXIMAL
)), 2)

#wlc
  #Arco
round(mean(RD_WLC_Homem_Arco$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Arco$WLC)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Arco$WLC)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Arco$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Arco$WLC)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Arco$WLC)), 2)
  #Presilha
round(mean(RD_WLC_Homem_Presilha$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Presilha$WLC)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Presilha$WLC)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Presilha$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Presilha$WLC)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Presilha$WLC)), 2)

```



```

#Verticilo
round(mean(RD_WLC_Homem_Verticilo$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Homem_Verticilo$WLC)/sqrt(length(RD_WLC_Homem_Verticilo$WLC)), 2)
round(mean(RD_WLC_Mulher_Verticilo$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$WLC), 2)
round(sd(RD_WLC_Mulher_Verticilo$WLC)/sqrt(length(RD_WLC_Mulher_Verticilo$WLC)), 2)

#RD Distal
#Arco
round(mean(RD_Distal_Homem_Arco$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Homem_Arco$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Homem_Arco$RD)/sqrt(length(RD_Distal_Homem_Arco$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_Mulher_Arco$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Mulher_Arco$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Mulher_Arco$RD)/sqrt(length(RD_Distal_Mulher_Arco$RD)), 2)
#presilha
round(mean(RD_Distal_Homem_Presilha$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Homem_Presilha$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Homem_Presilha$RD)/sqrt(length(RD_Distal_Homem_Presilha$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_Mulher_Presilha$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Mulher_Presilha$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Mulher_Presilha$RD)/sqrt(length(RD_Distal_Mulher_Presilha$RD)), 2)
#verticilo
round(mean(RD_Distal_Homem_Verticilo$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Homem_Verticilo$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Homem_Verticilo$RD)/sqrt(length(RD_Distal_Homem_Verticilo$RD)), 2)
round(mean(RD_Distal_Mulher_Verticilo$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Mulher_Verticilo$RD), 2)
round(sd(RD_Distal_Mulher_Verticilo$RD)/sqrt(length(RD_Distal_Mulher_Verticilo$RD)), 2)

# Distribuição do Tipo Fundamental da amostra por sexo
table(RD_WLC_Homem$TIPO.FUND)
table(RD_WLC_Mulher$TIPO.FUND)

library(gmodels)
# Distribuição do Tipo Fundamental da amostra separada por sexo e por dedo
CrossTable(RD_WLC_Homem$TIPO_FUND, RD_WLC_Homem$DEDO) #Há menos de 30 arcos na mão
direita!!!
CrossTable(RD_WLC_Mulher$TIPO_FUND, RD_WLC_Mulher$DEDO)
...

# Teste do Tipo Fundamental, por sexo

```{r}

# Cálculo da relação entre o Tipo Fundamental e o sexo
# Qdo o p-valor é superior ao nível de significância, não há diferença estatística.
QUI <- chisq.test(data.his$TIPO.FUND, data.his$SEXO)

```

## Apêndices

```

# Frequência observada
QUI$observed

# Frequência esperada
round(QUI$expected,2)

# Imprime o p-valor
QUI$p.value

# Computa a ANOVA desbalanceada, por tipo fundamental e por sexo, para as RD's e WLC
#Ulnar
library(car)
res_TIPO_FUND_SEXO_ulnar_des.aov <- aov(ULNAR ~ TIPO_FUND * SEXO, data = data.his)
Anova(res_TIPO_FUND_SEXO_ulnar_des.aov, type = "III")
#Radial
res_TIPO_FUND_SEXO_radial_des.aov <- aov(RADIAL ~ TIPO_FUND * SEXO, data = data.his)
Anova(res_TIPO_FUND_SEXO_radial_des.aov, type = "III")
#Distal
res_TIPO_FUND_SEXO_distal_des.aov <- aov(RD ~ TIPO_FUND * SEXO, data = RD_Distal)
Anova(res_TIPO_FUND_SEXO_distal_des.aov, type = "III")
#Proximal
res_TIPO_FUND_SEXO_proximal_des.aov <- aov(PROXIMAL ~ TIPO_FUND * SEXO, data =
data.his)
Anova(res_TIPO_FUND_SEXO_proximal_des.aov, type = "III")
#WLC
res_TIPO_FUND_SEXO_WLC_des.aov <- aov(WLC ~ TIPO_FUND * SEXO, data = data.his)
Anova(res_TIPO_FUND_SEXO_WLC_des.aov, type = "III")

# Computa o teste DHS Tukey para as ANOVA's desbalanceadas por tipo fundamental e por
sexo
TukeyHSD(res_TIPO_FUND_SEXO_ulnar_des.aov, unbalanced = TRUE)
TukeyHSD(res_TIPO_FUND_SEXO_radial_des.aov, unbalanced = TRUE)
TukeyHSD(res_TIPO_FUND_SEXO_distal_des.aov, unbalanced = TRUE)
TukeyHSD(res_TIPO_FUND_SEXO_proximal_des.aov, unbalanced = TRUE)
TukeyHSD(res_TIPO_FUND_SEXO_WLC_des.aov, unbalanced = TRUE)``

### Distribuição de frequência da média da RD Distal

``{r}

# Calcula a média da RD Distal por doador e marca a classe (13-13,99; 14-14,99; etc) a
que este pertence
mean.RD <- RD_Distal %>%
  group_by(RF,SEXO) %>%
  summarise(RD = mean(RD, na.rm = T)) %>%
  ungroup() %>%
  mutate(classe = cut(RD, breaks = c(0:30), right = F))

```

## Apêndices

```

# Importa a biblioteca necessária à criação da tabela de frequências por classe
library(reshape2, warn.conflicts = F, quietly = F)

table.freq <- mean.RD %>%
  group_by(SEXO, classe, RD) %>%
  tally()

table.freq <- dcast(data = table.freq, classe ~ SEXO, value.var = "n", fun.aggregate =
sum) %>%
  replace(is.na(.), 0) %>%
  as.data.frame()
...

### Probabilidades e LR para a RD Distal

```{r}
# Calcula a média da RD Distal por doador e marca a classe (13-13,99; 14-14-99; etc) a
que este pertence (reduz a quantidade de classes)
mean.RD <- RD_Distal %>%
  group_by(RF, SEXO) %>%
  summarise(RD = mean(RD, na.rm = T)) %>%
  ungroup() %>%
  mutate(classe = cut(RD, breaks = c(0:25), right = F))

mean.RD <- mean.RD %>%
  group_by(SEXO, classe, RD) %>%
  tally()

table.freq <- dcast(data = mean.RD, classe ~ SEXO, value.var = "n", fun.aggregate =
sum) %>%
  replace(is.na(.), 0) %>%
  as.data.frame()
totais <- colSums(table.freq[, 2:ncol(table.freq)])

mean.RD <- RD_Distal %>%
  group_by(RF, SEXO) %>%
  summarise(RD = mean(RD, na.rm = T)) %>%
  ungroup() %>%
  mutate(classe = cut(RD, breaks = c(14:20, Inf), right = F))

mean.RD <- mean.RD %>%
  group_by(classe, SEXO, RD) %>%
  tally()

table.freq <- dcast(data = mean.RD, classe ~ SEXO, value.var = "n", fun.aggregate =
sum) %>%
  replace(is.na(.), 0) %>%
  as.data.frame()

```

```

prob.freq <- table.freq %>%
  mutate(HOMEM = HOMEM/sum(HOMEM),
         MULHER = MULHER/sum(MULHER),
         C = HOMEM/MULHER,
         C1 = MULHER/HOMEM) %>%
  mutate_at(.vars = vars(C:C1), .funs = ~ round(., 3))

library(LaplacesDemon, warn.conflicts = F)

bayer <- data.frame(NULL)

for (i in 1:nrow(prob.freq)) {

  PrA <- c(.5,.5)
  PrBA <- c(prob.freq$HOMEM[i], prob.freq$MULHER[i])
  Probs <- BayesTheorem(PrA, PrBA)
  bayer <- rbind(bayer, Probs)
  names(bayer) <- c('Odds_Male','Odds_Female')

}

prob.freq <- cbind(prob.freq, bayer)
prob.freq <- prob.freq %>% mutate_at(.vars = vars(6:7), .funs = ~ round(., 3)) %>%
as.data.frame()
rm(i,bayer, PrA, PrBA, Probs)
```


### Gráfico do limiar a partir das prob favoráveis (Bayes) - RD distal



```

```{r}
library(ggplot)

probs <- prob.freq %>% mutate(intervalo = seq(14,20,1))

probs <- melt(data = probs, id.vars = c("intervalo") , measure.vars = c("Odds_Male",
"Odds_Female")) %>%
  mutate(sexo = factor(variable, levels = c("Odds_Male", "Odds_Female"), labels =
c("Masculino","Feminino")),
         intervalo = as.integer(intervalo)) %>%
  dplyr::select(intervalo,sexo,value)

colour <- c("mediumblue","firebrick4")

probs %>%
  ggplot(aes(x = intervalo, y = value, colour = sexo)) +
  geom_point(size = 1.5) +
  geom_line(size = 1.1) +
  labs(x = "\nDensidade de linha", y = "Probabilidades favoráveis\n") +
  scale_x_continuous(limits = c(14,20), breaks = seq(14,20,1)) +

```


```

```

  scale_y_continuous(breaks = seq(0,1,.1), limits = c(0,1), labels =
scales::percent_format()) +
  scale_colour_manual(values = colour) +
  labs(title = "Distribuição das Probabilidades - Área Distal",
  subtitle = "pelo teorema de Bayes") +
  theme_bw() +
  theme(legend.position = "bottom", legend.direction = "horizontal",
  axis.text.x = element_text(colour = "black", size = 8, face = 'bold'),
  axis.text.y = element_text(colour = "black", size = 8, face = 'bold'),
  axis.title.x = element_text(colour = "black", size = 8,
  margin=margin(15,0,0,0), face = "bold"),
  axis.title.y = element_text(colour="black", size = 8,
  margin=margin(0,15,0,0), face = "bold"),
  legend.key=element_rect(fill="white", colour="white"),
  legend.text=element_text(size = 8, family = "sans", face = "bold"),
  legend.key.size = unit(0.5, "cm"),
  legend.title = element_text(size = 9, family = "sans", face = "bold"),
  plot.margin = margin(.5, .5, .5, .5, "cm"),
  panel.grid.major = element_blank(),
  panel.grid.minor = element_blank(),
  panel.background = element_blank(),
  plot.title = element_text(size = 12, face = "bold"),
  plot.subtitle = element_text(size = 10, face = "bold"),
  text = element_text(family="sans", face = "bold"))
...
### Distribuição de frequência da média da WLC, prob favoráveis e gráfico

```{r}
#limpa o ambiente de trabalho
rm(list = ls())

#importa as bibliotecas necessárias
library(tidyverse)
library(readxl)
library(LaplacesDemon)
library(reshape2)
library(extrafont)
loadfonts(device = "win")

#Importa e abre o BD
# Trata-se uma planilha excel com duas abas
dados1 <- read_xlsx("RD_WLC_Sexo.xlsx", 1) #aba 1

# Calcula a média da WLC por RF e agrupa por sexo e classe (0-0,99; 1-1,00; etc)
mean.WLC <- dados1 %>%
  group_by(RF,SEXO) %>%
  dplyr::summarise(WLC = mean(WLC, na.rm = T)) %>%
  ungroup() %>%
  mutate(classe = cut(WLC, breaks = c(0:5,Inf), right = F)) %>%

```

```

group_by(classe, SEXO) %>%
tally() %>%
ungroup()

# Monta a tabela de frequência para a WLC
table.freq <- dcast(data = mean.WLC, classe ~ SEXO, value.var = "n", fun.aggregate =
sum) %>%
  replace(is.na(.),0) %>%
  as.data.frame()

# LR - Razão de verossimilhança para a WLC
prob.freq <- table.freq %>%
  mutate(HOMEM = HOMEM/sum(HOMEM),
         MULHER = MULHER/sum(MULHER),
         C = HOMEM/MULHER,
         C1 = MULHER/HOMEM) %>%
  mutate_at(.vars = vars(C:C1), .funs = ~ round(., 3))

# Calcula as probabilidades favoráveis para a WLC
bayes <- data.frame(NULL)

for (i in 1:nrow(prob.freq)) {
  PrA <- c(.5,.5)
  PrBA <- c(prob.freq$HOMEM[i], prob.freq$MULHER[i])
  Probs <- BayesTheorem(PrA, PrBA)
  bayes <- rbind(bayes, Probs)
  names(bayes) <- c('Odds_Male','Odds_Female')
}

# Acrescenta os resultados das prob favoráveis na tabela prob.freq
prob.freq <- cbind(prob.freq, bayes)
prob.freq <- prob.freq %>% mutate_at(.vars = vars(6:7), .funs = ~ round(., 3))
print(prob.freq)
rm(i,bayes, PrA, PrBA, Probs) # Limpa da área de trabalho o que não é mais necessário

# Gráfico do limiar para a WLC
library(ggplot)

# Changing Fonts for Gplots

intervalo <- seq(0,5,1)

probs <- prob.freq %>% mutate(intervalo = intervalo)

probs <- melt(data = probs, id.vars = c("intervalo") , measure.vars = c("Odds_Male",
"Odds_Female")) %>%
  mutate(SEXO = factor(variable, levels = c("Odds_Male", "Odds_Female"), labels =
c("Masculino","Feminino")),
         intervalo = as.integer(intervalo)) %>%

```

```

select(intervalo,SEX0,value)

colour <- c("mediumblue","firebrick4")

probs %>%
  ggplot(aes(x = intervalo, y = value, colour = SEX0)) +
  geom_point(size = 1.5) +
  geom_line(size = .75) +
  labs(x = "Linhas Brancas", y = "Probabilidades Favoráveis") +
  scale_x_continuous(limits = c(0,5), breaks = intervalo) +
  scale_y_continuous(breaks = seq(0,1,.1), labels = scales::percent_format()) +
  scale_colour_manual(values = colour) +
  labs(title = "Distribuição das Probabilidades Favoráveis",
        subtitle = "pelo teorema de Bayes - Contagem de linhas brancas", colour =
"Sexo:") +
  theme_bw() +
  theme(legend.position = "bottom", legend.direction = "horizontal",
        axis.text.x = element_text(colour = "black", size = 8),
        axis.text.y = element_text(colour = "black", size = 8),
        axis.title.x = element_text(colour = "black", size = 9,
margin=margin(10,0,0,0), face = "bold"),
        axis.title.y = element_text(colour = "black", size = 9,
margin=margin(0,10,0,0), face = "bold"),
        legend.key = element_rect(fill="white", colour="white"),
        legend.text = element_text(size = 8,face = "bold"),
        legend.key.size = unit(0.75, "cm"),
        legend.title = element_text(size = 9, face = "bold"),
        panel.grid.major = element_blank(),
        panel.grid.minor = element_blank(),
        panel.background = element_blank(),
        plot.title = element_text(size = 12, family = "Calibri", face = "bold"),
        plot.subtitle = element_text(size = 11, family = "Calibri", face = "bold"),
        text = element_text(family = "Calibri"))
...

### Distribuição de frequência da média da RD proximal, prob favoráveis e gráfico

```{r}
#Limpa a área de trabalho
rm(list = ls())

#importa as bibliotecas necessárias
library(tidyverse)
library(readxl)
library(LaplacesDemon)
library(reshape2)
library(extrafont)
loadfonts(device = "win")

#Importa e abre o BD

```

## Apêndices

```

# Trata-se uma planilha excel com duas abas
dados1 <- read_xlsx("RD_WLC_Sexo.xlsx", 1) #aba 1

mean.RD <- dados1 %>%
  group_by(RF,SEXO) %>%
  dplyr::summarise(RD = mean(PROXIMAL, na.rm = T)) %>%
  ungroup() %>%
  mutate(classe = cut(RD, breaks = c(10:17,Inf), right = F)) %>%
  group_by(classe, SEXO) %>%
  tally() %>%
  ungroup()

table.freq <- dcast(data = mean.RD, classe ~ SEXO, value.var = "n", fun.aggregate =
sum) %>%
  replace(is.na(.),0) %>%
  as.data.frame()

prob.freq <- table.freq %>%
  mutate(HOMEM = HOMEM/sum(HOMEM),
         MULHER = MULHER/sum(MULHER),
         C = HOMEM/MULHER,
         C1 = MULHER/HOMEM) %>%
  mutate_at(.vars = vars(C:C1), .funs = ~ round(., 3))

bayes <- data.frame(NULL)

for (i in 1:nrow(prob.freq)) {
  PrA <- c(.5,.5)
  PrBA <- c(prob.freq$HOMEM[i], prob.freq$MULHER[i])
  Probs <- BayesTheorem(PrA, PrBA)
  bayes <- rbind(bayes, Probs)
  names(bayes) <- c('Odds_Male','Odds_Female')
}

prob.freq <- cbind(prob.freq, bayes)
prob.freq <- prob.freq %>% mutate_at(.vars = vars(6:7), .funs = ~ round(., 3))
print(prob.freq)
rm(i,bayes, PrA, PrBA, Probs)

# Gráfico do limiar para a RD proximal

library(ggplot)

# Changing Fonts for Gplots

intervalo <- seq(10,17,1)

probs <- prob.freq %>% mutate(intervalo = intervalo)

```



```

probs <- melt(data = probs, id.vars = c("intervalo") , measure.vars = c("Odds_Male",
"Odds_Female")) %>%
  mutate(SEXO = factor(variable, levels = c("Odds_Male", "Odds_Female"), labels =
c("Masculino","Feminino")),
         intervalo = as.integer(intervalo)) %>%
  select(intervalo,SEXO,value)

colour <- c("mediumblue","firebrick4")

probs %>%
  ggplot(aes(x = intervalo, y = value, colour = SEXO)) +
  geom_point(size = 1.5) +
  geom_line(size = .75) +
  labs(x = "Densidade de linha", y = "Probabilidades Favoráveis") +
  scale_x_continuous(limits = c(10,17), breaks = intervalo) +
  scale_y_continuous(breaks = seq(0,1,.1), labels = scales::percent_format()) +
  scale_colour_manual(values = colour) +
  labs(title = "Distribuição das Probabilidades Favoráveis",
       subtitle = "pelo teorema de Bayes - Região Proximal", colour = "Sexo:") +
  theme_bw() +
  theme(legend.position = "bottom", legend.direction = "horizontal",
        axis.text.x = element_text(colour = "black", size = 8),
        axis.text.y = element_text(colour = "black", size = 8),
        axis.title.x = element_text(colour = "black", size = 9,
margin=margin(10,0,0,0), face = "bold"),
        axis.title.y = element_text(colour = "black", size = 9,
margin=margin(0,10,0,0), face = "bold"),
        legend.key = element_rect(fill="white", colour="white"),
        legend.text = element_text(size = 8,face = "bold"),
        legend.key.size = unit(0.5, "cm"),
        legend.title = element_text(size = 9, face = "bold"),
        panel.grid.major = element_blank(),
        panel.grid.minor = element_blank(),
        aspect.ratio = .5,
        panel.background = element_blank(),
        plot.title = element_text(size = 12, family = "Calibri", face = "bold"),
        plot.subtitle = element_text(size = 11, family = "Calibri", face = "bold"),
        text = element_text(family = "Calibri"))

```

## Apêndice III

Todas as tabelas apresentas neste apêndice foram construídas a partir de testes DHS Tukey. O par comparado deverá ser considerado como “não possui diferença estatisticamente significativa” todas as vezes que o valor da coluna “P-valor após o ajuste para as comparações múltiplas” for superior a 0,05 (nível de significância).

Tabela E. Teste DHS Tukey por dedo para as RDs e WLC.

Par comparado	Diferença entre as médias	Ponto final inferior (nível de confiança em 95%)	Ponto final superior (nível de confiança em 95%)	P-valor após o ajuste para as comparações múltiplas	Característica
LEFT_LITTLE-LEFT_INDEX	0.960	0.3756099	1.544.390.105	0.0000096	RD Ulnar
LEFT_MIDDLE-LEFT_INDEX	0.470	-0.1143901	1.054.390.105	<b>0.2440170</b>	RD Ulnar
LEFT_RING-LEFT_INDEX	1.075	0.4906099	1.659.390.105	0.0000003	RD Ulnar
LEFT_THUMB-LEFT_INDEX	-0.380	-0.9643901	0.204390105	<b>0.5565985</b>	RD Ulnar
RIGHT_INDEX-LEFT_INDEX	-0.960	-15.443.901	-0.375609895	0.0000096	RD Ulnar
RIGHT_LITTLE-LEFT_INDEX	0.060	-0.5243901	0.644390105	<b>0.9999993</b>	RD Ulnar
RIGHT_MIDDLE-LEFT_INDEX	-0.270	-0.8543901	0.314390105	<b>0.9063460</b>	RD Ulnar
RIGHT_RING-LEFT_INDEX	0.340	-0.2443901	0.924390105	<b>0.7076867</b>	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-LEFT_INDEX	-1.510	-20.943.901	-0.925609895	0.0000000	RD Ulnar
LEFT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	-0.490	-10.743.901	0.094390105	<b>0.1927959</b>	RD Ulnar
LEFT_RING-LEFT_LITTLE	0.115	-0.4693901	0.699390105	<b>0.9998147</b>	RD Ulnar
LEFT_THUMB-LEFT_LITTLE	-1.340	-19.243.901	-0.755609895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_INDEX-LEFT_LITTLE	-1.920	-25.043.901	-1.335.609.895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_LITTLE-LEFT_LITTLE	-0.900	-14.843.901	-0.315609895	0.0000506	RD Ulnar
RIGHT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	-1.230	-18.143.901	-0.645609895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_RING-LEFT_LITTLE	-0.620	-12.043.901	-0.035609895	0.0273242	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-LEFT_LITTLE	-2.470	-30.543.901	-1.885.609.895	0.0000000	RD Ulnar
LEFT_RING-LEFT_MIDDLE	0.605	0.0206099	1.189.390.105	0.0354569	RD Ulnar
LEFT_THUMB-LEFT_MIDDLE	-0.850	-14.343.901	-0.265609895	0.0001871	RD Ulnar
RIGHT_INDEX-LEFT_MIDDLE	-1.430	-20.143.901	-0.845609895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_LITTLE-LEFT_MIDDLE	-0.410	-0.9943901	0.174390105	<b>0.4417211</b>	RD Ulnar
RIGHT_MIDDLE-LEFT_MIDDLE	-0.740	-13.243.901	-0.155609895	0.0025294	RD Ulnar
RIGHT_RING-LEFT_MIDDLE	-0.130	-0.7143901	0.454390105	<b>0.9994920</b>	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-LEFT_MIDDLE	-1.980	-25.643.901	-1.395.609.895	0.0000000	RD Ulnar
LEFT_THUMB-LEFT_RING	-1.455	-20.393.901	-0.870609895	0.0000000	RD Ulnar

## Apêndices

RIGHT_INDEX-LEFT_RING	-2.035	-26.193.901	-1.450.609.895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_LITTLE-LEFT_RING	-1.015	-15.993.901	-0.430609895	0.0000019	RD Ulnar
RIGHT_MIDDLE-LEFT_RING	-1.345	-19.293.901	-0.760609895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_RING-LEFT_RING	-0.735	-13.193.901	-0.150609895	0.0028211	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-LEFT_RING	-2.585	-31.693.901	-2.000.609.895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_INDEX-LEFT_THUMB	-0.580	-11.643.901	0.004390105	<b>0.0536810</b>	RD Ulnar
RIGHT_LITTLE-LEFT_THUMB	0.440	-0.1443901	1.024.390.105	<b>0.3354788</b>	RD Ulnar
RIGHT_MIDDLE-LEFT_THUMB	0.110	-0.4743901	0.694390105	<b>0.9998721</b>	RD Ulnar
RIGHT_RING-LEFT_THUMB	0.720	0.1356099	1.304.390.105	0.0038942	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-LEFT_THUMB	-1.130	-17.143.901	-0.545609895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_LITTLE-RIGHT_INDEX	1.020	0.4356099	1.604.390.105	0.0000016	RD Ulnar
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_INDEX	0.690	0.1056099	1.274.390.105	0.0072518	RD Ulnar
RIGHT_RING-RIGHT_INDEX	1.300	0.7156099	1.884.390.105	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-RIGHT_INDEX	-0.550	-11.343.901	0.034390105	<b>0.0854145</b>	RD Ulnar
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_LITTLE	-0.330	-0.9143901	0.254390105	<b>0.7426392</b>	RD Ulnar
RIGHT_RING-RIGHT_LITTLE	0.280	-0.3043901	0.864390105	<b>0.8853971</b>	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-RIGHT_LITTLE	-1.570	-21.543.901	-0.985609895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_RING-RIGHT_MIDDLE	0.610	0.0256099	1.194.390.105	0.0325388	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-RIGHT_MIDDLE	-1.240	-18.243.901	-0.655609895	0.0000000	RD Ulnar
RIGHT_THUMB-RIGHT_RING	-1.850	-24.343.901	-1.265.609.895	0.0000000	RD Ulnar
LEFT_LITTLE-LEFT_INDEX	0.960	3.699139e-01	1.5500861	0.0000125	RD Radial
LEFT_MIDDLE-LEFT_INDEX	0.885	2.949139e-01	1.4750861	0.0000946	RD Radial
LEFT_RING-LEFT_INDEX	1.425	8.349139e-01	2.0150861	0.0000000	RD Radial
LEFT_THUMB-LEFT_INDEX	-0.025	-6.150861e-01	0.5650861	<b>1.0000000</b>	RD Radial
RIGHT_INDEX-LEFT_INDEX	0.160	-4.300861e-01	0.7500861	<b>0.9975527</b>	RD Radial
RIGHT_LITTLE-LEFT_INDEX	1.475	8.849139e-01	2.0650861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_MIDDLE-LEFT_INDEX	1.360	7.699139e-01	1.9500861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_RING-LEFT_INDEX	1.755	1.164914e+00	2.3450861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_THUMB-LEFT_INDEX	0.095	-4.950861e-01	0.6850861	<b>0.9999659</b>	RD Radial
LEFT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	-0.075	-6.650861e-01	0.5150861	<b>0.9999956</b>	RD Radial
LEFT_RING-LEFT_LITTLE	0.465	-1.250861e-01	1.0550861	<b>0.2711086</b>	RD Radial
LEFT_THUMB-LEFT_LITTLE	-0.985	-1.575086e+00	-0.3949139	0.0000061	RD Radial
RIGHT_INDEX-LEFT_LITTLE	-0.800	-1.390086e+00	-0.2099139	0.0007696	RD Radial
RIGHT_LITTLE-LEFT_LITTLE	0.515	-7.508608e-02	1.1050861	<b>0.1495227</b>	RD Radial
RIGHT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	0.400	-1.900861e-01	0.9900861	<b>0.4942133</b>	RD Radial
RIGHT_RING-LEFT_LITTLE	0.795	2.049139e-01	1.3850861	0.0008647	RD Radial
RIGHT_THUMB-LEFT_LITTLE	-0.865	-1.455086e+00	-0.2749139	0.0001579	RD Radial
LEFT_RING-LEFT_MIDDLE	0.540	-5.008608e-02	1.1300861	<b>0.1065612</b>	RD Radial
LEFT_THUMB-LEFT_MIDDLE	-0.910	-1.500086e+00	-0.3199139	0.0000490	RD Radial
RIGHT_INDEX-LEFT_MIDDLE	-0.725	-1.315086e+00	-0.1349139	0.0040627	RD Radial

## Apêndices

RIGHT_LITTLE-LEFT_MIDDLE	0.590	-8.607884e-05	1.1800861	<b>0.0500694</b>	RD Radial
RIGHT_MIDDLE-LEFT_MIDDLE	0.475	-1.150861e-01	1.0650861	<b>0.2428728</b>	RD Radial
RIGHT_RING-LEFT_MIDDLE	0.870	2.799139e-01	1.4600861	0.0001391	RD Radial
RIGHT_THUMB-LEFT_MIDDLE	-0.790	-1.380086e+00	-0.1999139	0.0009707	RD Radial
LEFT_THUMB-LEFT_RING	-1.450	-2.040086e+00	-0.8599139	0.0000000	RD Radial
RIGHT_INDEX-LEFT_RING	-1.265	-1.855086e+00	-0.6749139	0.0000000	RD Radial
RIGHT_LITTLE-LEFT_RING	0.050	-5.400861e-01	0.6400861	<b>0.9999999</b>	RD Radial
RIGHT_MIDDLE-LEFT_RING	-0.065	-6.550861e-01	0.5250861	<b>0.9999987</b>	RD Radial
RIGHT_RING-LEFT_RING	0.330	-2.600861e-01	0.9200861	<b>0.7534073</b>	RD Radial
RIGHT_THUMB-LEFT_RING	-1.330	-1.920086e+00	-0.7399139	0.0000000	RD Radial
RIGHT_INDEX-LEFT_THUMB	0.185	-4.050861e-01	0.7750861	<b>0.9926879</b>	RD Radial
RIGHT_LITTLE-LEFT_THUMB	1.500	9.099139e-01	2.0900861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_MIDDLE-LEFT_THUMB	1.385	7.949139e-01	1.9750861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_RING-LEFT_THUMB	1.780	1.189914e+00	2.3700861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_THUMB-LEFT_THUMB	0.120	-4.700861e-01	0.7100861	<b>0.9997567</b>	RD Radial
RIGHT_LITTLE-RIGHT_INDEX	1.315	7.249139e-01	1.9050861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_INDEX	1.200	6.099139e-01	1.7900861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_RING-RIGHT_INDEX	1.595	1.004914e+00	2.1850861	0.0000000	RD Radial
RIGHT_THUMB-RIGHT_INDEX	-0.065	-6.550861e-01	0.5250861	<b>0.9999987</b>	RD Radial
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_LITTLE	-0.115	-7.050861e-01	0.4750861	<b>0.9998291</b>	RD Radial
RIGHT_RING-RIGHT_LITTLE	0.280	-3.100861e-01	0.8700861	<b>0.8913223</b>	RD Radial
RIGHT_THUMB-RIGHT_LITTLE	-1.380	-1.970086e+00	-0.7899139	0.0000000	RD Radial
RIGHT_RING-RIGHT_MIDDLE	0.395	-1.950861e-01	0.9850861	<b>0.5132679</b>	RD Radial
RIGHT_THUMB-RIGHT_MIDDLE	-1.265	-1.855086e+00	-0.6749139	0.0000000	RD Radial
RIGHT_THUMB-RIGHT_RING	-1.660	-2.250086e+00	-1.0699139	0.0000000	RD Radial
LEFT_LITTLE-LEFT_INDEX	0.9600	0.53907122	1.380928784	0.0000000	RD Distal
LEFT_MIDDLE-LEFT_INDEX	0.6775	0.25657122	1.098428784	0.0000161	RD Distal
LEFT_RING-LEFT_INDEX	1.2500	0.82907122	1.670928784	0.0000000	RD Distal
LEFT_THUMB-LEFT_INDEX	-0.2025	-0.62342878	0.218428784	<b>0.8833001</b>	RD Distal
RIGHT_INDEX-LEFT_INDEX	-0.4000	-0.82092878	0.020928784	<b>0.0789093</b>	RD Distal
RIGHT_LITTLE-LEFT_INDEX	0.7675	0.34657122	1.188428784	0.0000004	RD Distal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_INDEX	0.5450	0.12407122	0.965928784	0.0017339	RD Distal
RIGHT_RING-LEFT_INDEX	1.0475	0.62657122	1.468428784	0.0000000	RD Distal
RIGHT_THUMB-LEFT_INDEX	-0.7075	-1.12842878	-0.286571216	0.0000049	RD Distal
LEFT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	-0.2825	-0.70342878	0.138428784	<b>0.5100740</b>	RD Distal
LEFT_RING-LEFT_LITTLE	0.2900	-0.13092878	0.710928784	<b>0.4701965</b>	RD Distal
LEFT_THUMB-LEFT_LITTLE	-1.1625	-1.58342878	-0.741571216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_INDEX-LEFT_LITTLE	-1.3600	-1.78092878	-0.939071216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_LITTLE-LEFT_LITTLE	-0.1925	-0.61342878	0.228428784	<b>0.9120074</b>	RD Distal

## Apêndices

RIGHT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	-0.4150	-0.83592878	0.005928784	<b>0.0570986</b>	RD Distal
RIGHT_RING-LEFT_LITTLE	0.0875	-0.33342878	0.508428784	<b>0.9997106</b>	RD Distal
RIGHT_THUMB-LEFT_LITTLE	-1.6675	-2.08842878	-1.246571216	0.0000000	RD Distal
LEFT_RING-LEFT_MIDDLE	0.5725	0.15157122	0.993428784	0.0007163	RD Distal
LEFT_THUMB-LEFT_MIDDLE	-0.8800	-1.30092878	-0.459071216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_INDEX-LEFT_MIDDLE	-1.0775	-1.49842878	-0.656571216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_LITTLE-LEFT_MIDDLE	0.0900	-0.33092878	0.510928784	<b>0.9996352</b>	RD Distal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_MIDDLE	-0.1325	-0.55342878	0.288428784	<b>0.9925172</b>	RD Distal
RIGHT_RING-LEFT_MIDDLE	0.3700	-0.05092878	0.790928784	<b>0.1426512</b>	RD Distal
RIGHT_THUMB-LEFT_MIDDLE	-1.3850	-1.80592878	-0.964071216	0.0000000	RD Distal
LEFT_THUMB-LEFT_RING	-1.4525	-1.87342878	-1.031571216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_INDEX-LEFT_RING	-1.6500	-2.07092878	-1.229071216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_LITTLE-LEFT_RING	-0.4825	-0.90342878	-0.061571216	0.0107806	RD Distal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_RING	-0.7050	-1.12592878	-0.284071216	0.0000054	RD Distal
RIGHT_RING-LEFT_RING	-0.2025	-0.62342878	0.218428784	<b>0.8833001</b>	RD Distal
RIGHT_THUMB-LEFT_RING	-1.9575	-2.37842878	-1.536571216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_INDEX-LEFT_THUMB	-0.1975	-0.61842878	0.223428784	<b>0.8982958</b>	RD Distal
RIGHT_LITTLE-LEFT_THUMB	0.9700	0.54907122	1.390928784	0.0000000	RD Distal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_THUMB	0.7475	0.32657122	1.168428784	0.0000009	RD Distal
RIGHT_RING-LEFT_THUMB	1.2500	0.82907122	1.670928784	0.0000000	RD Distal
RIGHT_THUMB-LEFT_THUMB	-0.5050	-0.92592878	-0.084071216	0.0057538	RD Distal
RIGHT_LITTLE-RIGHT_INDEX	1.1675	0.74657122	1.588428784	0.0000000	RD Distal
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_INDEX	0.9450	0.52407122	1.365928784	0.0000000	RD Distal
RIGHT_RING-RIGHT_INDEX	1.4475	1.02657122	1.868428784	0.0000000	RD Distal
RIGHT_THUMB-RIGHT_INDEX	-0.3075	-0.72842878	0.113428784	<b>0.3808992</b>	RD Distal
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_LITTLE	-0.2225	-0.64342878	0.198428784	<b>0.8107045</b>	RD Distal
RIGHT_RING-RIGHT_LITTLE	0.2800	-0.14092878	0.700928784	<b>0.5234846</b>	RD Distal
RIGHT_THUMB-RIGHT_LITTLE	-1.4750	-1.89592878	-1.054071216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_RING-RIGHT_MIDDLE	0.5025	0.08157122	0.923428784	0.0061801	RD Distal
RIGHT_THUMB-RIGHT_MIDDLE	-1.2525	-1.67342878	-0.831571216	0.0000000	RD Distal
RIGHT_THUMB-RIGHT_RING	-1.7550	-2.17592878	-1.334071216	0.0000000	RD Distal
LEFT_LITTLE-LEFT_INDEX	-1.110	-177.280.203	-0.447198	0.0000056	RD Proximal
LEFT_MIDDLE-LEFT_INDEX	-0.490	-115.280.203	0.172802	<b>0.3624527</b>	RD Proximal
LEFT_RING-LEFT_INDEX	0.055	-0.60780203	0.717802	<b>0.9999999</b>	RD Proximal
LEFT_THUMB-LEFT_INDEX	-0.460	-112.280.203	0.202802	<b>0.4582911</b>	RD Proximal
RIGHT_INDEX-LEFT_INDEX	0.450	-0.21280203	1.112.802	<b>0.4918191</b>	RD Proximal
RIGHT_LITTLE-LEFT_INDEX	0.215	-0.44780203	0.877802	<b>0.9906303</b>	RD Proximal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_INDEX	0.230	-0.43280203	0.892802	<b>0.9848693</b>	RD Proximal
RIGHT_RING-LEFT_INDEX	1.045	0.38219797	1.707.802	0.0000283	RD Proximal

## Apêndices

RIGHT_THUMB-LEFT_INDEX	0.920	0.25719797	1.582.802	0.0004901	RD Proximal
LEFT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	0.620	-0.04280203	1.282.802	<b>0.0897514</b>	RD Proximal
LEFT_RING-LEFT_LITTLE	1.165	0.50219797	1.827.802	0.0000013	RD Proximal
LEFT_THUMB-LEFT_LITTLE	0.650	-0.01280203	1.312.802	<b>0.0599255</b>	RD Proximal
RIGHT_INDEX-LEFT_LITTLE	1.560	0.89719797	2.222.802	0.0000000	RD Proximal
RIGHT_LITTLE-LEFT_LITTLE	1.325	0.66219797	1.987.802	0.0000000	RD Proximal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	1.340	0.67719797	2.002.802	0.0000000	RD Proximal
RIGHT_RING-LEFT_LITTLE	2.155	149.219.797	2.817.802	0.0000000	RD Proximal
RIGHT_THUMB-LEFT_LITTLE	2.030	136.719.797	2.692.802	0.0000000	RD Proximal
LEFT_RING-LEFT_MIDDLE	0.545	-0.11780203	1.207.802	<b>0.2160594</b>	RD Proximal
LEFT_THUMB-LEFT_MIDDLE	0.030	-0.63280203	0.692802	<b>10.000.000</b>	RD Proximal
RIGHT_INDEX-LEFT_MIDDLE	0.940	0.27719797	1.602.802	0.0003183	RD Proximal
RIGHT_LITTLE-LEFT_MIDDLE	0.705	0.04219797	1.367.802	0.0265637	RD Proximal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_MIDDLE	0.720	0.05719797	1.382.802	0.0209454	RD Proximal
RIGHT_RING-LEFT_MIDDLE	1.535	0.87219797	2.197.802	0.0000000	RD Proximal
RIGHT_THUMB-LEFT_MIDDLE	1.410	0.74719797	2.072.802	0.0000000	RD Proximal
LEFT_THUMB-LEFT_RING	-0.515	-117.780.203	0.147802	<b>0.2904813</b>	RD Proximal
RIGHT_INDEX-LEFT_RING	0.395	-0.26780203	1.057.802	<b>0.6776419</b>	RD Proximal
RIGHT_LITTLE-LEFT_RING	0.160	-0.50280203	0.822802	<b>0.9990184</b>	RD Proximal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_RING	0.175	-0.48780203	0.837802	<b>0.9980092</b>	RD Proximal
RIGHT_RING-LEFT_RING	0.990	0.32719797	1.652.802	0.0001038	RD Proximal
RIGHT_THUMB-LEFT_RING	0.865	0.20219797	1.527.802	0.0015264	RD Proximal
RIGHT_INDEX-LEFT_THUMB	0.910	0.24719797	1.572.802	0.0006059	RD Proximal
RIGHT_LITTLE-LEFT_THUMB	0.675	0.01219797	1.337.802	0.0418777	RD Proximal
RIGHT_MIDDLE-LEFT_THUMB	0.690	0.02719797	1.352.802	0.0334660	RD Proximal
RIGHT_RING-LEFT_THUMB	1.505	0.84219797	2.167.802	0.0000000	RD Proximal
RIGHT_THUMB-LEFT_THUMB	1.380	0.71719797	2.042.802	0.0000000	RD Proximal
RIGHT_LITTLE-RIGHT_INDEX	-0.235	-0.89780203	0.427802	<b>0.9824315</b>	RD Proximal
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_INDEX	-0.220	-0.88280203	0.442802	<b>0.9889479</b>	RD Proximal
RIGHT_RING-RIGHT_INDEX	0.595	-0.06780203	1.257.802	<b>0.1228789</b>	RD Proximal
RIGHT_THUMB-RIGHT_INDEX	0.470	-0.19280203	1.132.802	<b>0.4254262</b>	RD Proximal
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_LITTLE	0.015	-0.64780203	0.677802	<b>10.000.000</b>	RD Proximal
RIGHT_RING-RIGHT_LITTLE	0.830	0.16719797	1.492.802	0.0030233	RD Proximal
RIGHT_THUMB-RIGHT_LITTLE	0.705	0.04219797	1.367.802	0.0265637	RD Proximal
RIGHT_RING-RIGHT_MIDDLE	0.815	0.15219797	1.477.802	0.0040131	RD Proximal
RIGHT_THUMB-RIGHT_MIDDLE	0.690	0.02719797	1.352.802	0.0334660	RD Proximal
RIGHT_THUMB-RIGHT_RING	-0.125	-0.78780203	0.537802	<b>0.9998701</b>	RD Proximal
LEFT_LITTLE-LEFT_INDEX	0.220	-0.20757116	0.64757116	<b>0.8336589</b>	WLC
LEFT_MIDDLE-LEFT_INDEX	0.335	-0.09257116	0.76257116	<b>0.2789712</b>	WLC

## Apêndices

LEFT_RING-LEFT_INDEX	0.645	0.21742884	107.257.116	0.0000827	WLC
LEFT_THUMB-LEFT_INDEX	0.395	-0.03257116	0.82257116	<b>0.0990738</b>	WLC
RIGHT_INDEX-LEFT_INDEX	-0.210	-0.63757116	0.21757116	<b>0.8690957</b>	WLC
RIGHT_LITTLE-LEFT_INDEX	-0.160	-0.58757116	0.26757116	<b>0.9746477</b>	WLC
RIGHT_MIDDLE-LEFT_INDEX	-0.005	-0.43257116	0.42257116	<b>10.000.000</b>	WLC
RIGHT_RING-LEFT_INDEX	0.100	-0.32757116	0.52757116	<b>0.9992383</b>	WLC
RIGHT_THUMB-LEFT_INDEX	0.165	-0.26257116	0.59257116	<b>0.9689154</b>	WLC
LEFT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	0.115	-0.31257116	0.54257116	<b>0.9977013</b>	WLC
LEFT_RING-LEFT_LITTLE	0.425	-0.00257116	0.85257116	<b>0.0529288</b>	WLC
LEFT_THUMB-LEFT_LITTLE	0.175	-0.25257116	0.60257116	<b>0.9546330</b>	WLC
RIGHT_INDEX-LEFT_LITTLE	-0.430	-0.85757116	-0.00242884	0.0473608	WLC
RIGHT_LITTLE-LEFT_LITTLE	-0.380	-0.80757116	0.04757116	<b>0.1319961</b>	WLC
RIGHT_MIDDLE-LEFT_LITTLE	-0.225	-0.65257116	0.20257116	<b>0.8141738</b>	WLC
RIGHT_RING-LEFT_LITTLE	-0.120	-0.54757116	0.30757116	<b>0.9968102</b>	WLC
RIGHT_THUMB-LEFT_LITTLE	-0.055	-0.48257116	0.37257116	<b>0.9999951</b>	WLC
LEFT_RING-LEFT_MIDDLE	0.310	-0.11757116	0.73757116	<b>0.3916952</b>	WLC
LEFT_THUMB-LEFT_MIDDLE	0.060	-0.36757116	0.48757116	<b>0.9999895</b>	WLC
RIGHT_INDEX-LEFT_MIDDLE	-0.545	-0.97257116	-0.11742884	0.0022717	WLC
RIGHT_LITTLE-LEFT_MIDDLE	-0.495	-0.92257116	-0.06742884	0.0094865	WLC
RIGHT_MIDDLE-LEFT_MIDDLE	-0.340	-0.76757116	0.08757116	<b>0.2589298</b>	WLC
RIGHT_RING-LEFT_MIDDLE	-0.235	-0.66257116	0.19257116	<b>0.7719417</b>	WLC
RIGHT_THUMB-LEFT_MIDDLE	-0.170	-0.59757116	0.25757116	<b>0.9622679</b>	WLC
LEFT_THUMB-LEFT_RING	-0.250	-0.67757116	0.17757116	<b>0.7016172</b>	WLC
RIGHT_INDEX-LEFT_RING	-0.855	-128.257.116	-0.42742884	0.0000000	WLC
RIGHT_LITTLE-LEFT_RING	-0.805	-123.257.116	-0.37742884	0.0000001	WLC
RIGHT_MIDDLE-LEFT_RING	-0.650	-107.757.116	-0.22242884	0.0000690	WLC
RIGHT_RING-LEFT_RING	-0.545	-0.97257116	-0.11742884	0.0022717	WLC
RIGHT_THUMB-LEFT_RING	-0.480	-0.90757116	-0.05242884	0.0141106	WLC
RIGHT_INDEX-LEFT_THUMB	-0.605	-103.257.116	-0.17742884	0.0003336	WLC
RIGHT_LITTLE-LEFT_THUMB	-0.555	-0.98257116	-0.12742884	0.0016750	WLC
RIGHT_MIDDLE-LEFT_THUMB	-0.400	-0.82757116	0.02757116	<b>0.0896787</b>	WLC
RIGHT_RING-LEFT_THUMB	-0.295	-0.72257116	0.13257116	<b>0.4673003</b>	WLC
RIGHT_THUMB-LEFT_THUMB	-0.230	-0.65757116	0.19757116	<b>0.7935790</b>	WLC
RIGHT_LITTLE-RIGHT_INDEX	0.050	-0.37757116	0.47757116	<b>0.9999979</b>	WLC
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_INDEX	0.205	-0.22257116	0.63257116	<b>0.8849794</b>	WLC
RIGHT_RING-RIGHT_INDEX	0.310	-0.11757116	0.73757116	<b>0.3916952</b>	WLC
RIGHT_THUMB-RIGHT_INDEX	0.375	-0.05257116	0.80257116	<b>0.1446543</b>	WLC
RIGHT_MIDDLE-RIGHT_LITTLE	0.155	-0.27257116	0.58257116	<b>0.9795412</b>	WLC
RIGHT_RING-RIGHT_LITTLE	0.260	-0.16757116	0.68757116	<b>0.6512261</b>	WLC

RIGHT_THUMB- RIGHT_LITTLE	0.325	-0.10257116	0.75257116	<b>0.3216865</b>	WLC
RIGHT_RING- RIGHT_MIDDLE	0.105	-0.32257116	0.53257116	<b>0.9988748</b>	WLC
RIGHT_THUMB- RIGHT_MIDDLE	0.170	-0.25757116	0.59757116	<b>0.9622679</b>	WLC
RIGHT_THUMB-RIGHT_RING	0.065	-0.36257116	0.49257116	<b>0.9999791</b>	WLC

Tabela F. Teste DHS Tukey por região geográfica para as RDs e WLC.

Par comparado	Diferença entre as médias	Ponto final inferior (nível de confiança em 95%)	Ponto final superior (nível de confiança em 95%)	P-valor após o ajuste para as comparações múltiplas	Característica
Nordeste-Centroeste	-0.0625	-0.44633689	0.32133689	<b>0.9919177</b>	RD Ulnar
Norte-Centroeste	0.2775	-0.10633689	0.66133689	<b>0.2791707</b>	
Sudeste-Centroeste	-0.2075	-0.59133689	0.17633689	<b>0.5782880</b>	
Sul-Centroeste	-0.1275	-0.51133689	0.25633689	<b>0.8943312</b>	
Norte-Nordeste	0.3400	-0.04383689	0.72383689	<b>0.1107597</b>	
Sudeste-Nordeste	-0.1450	-0.52883689	0.23883689	<b>0.8408548</b>	
Sul-Nordeste	-0.0650	-0.44883689	0.31883689	<b>0.9906148</b>	
Sudeste-Norte	-0.4850	-0.86883689	-0.10116311	0.0051829	
Sul-Norte	-0.4050	-0.78883689	-0.02116311	0.0326727	
Sul-Sudeste	0.0800	-0.30383689	0.46383689	<b>0.9795240</b>	
Nordeste-Centroeste	0.1450	-0.2348463	0.52484628	<b>0.8356582</b>	RD Radial
Norte-Centroeste	0.1925	-0.1873463	0.57234628	<b>0.6382715</b>	
Sudeste-Centroeste	-0.2625	-0.6423463	0.11734628	<b>0.3247232</b>	
Sul-Centroeste	-0.0175	-0.3973463	0.36234628	<b>0.9999436</b>	
Norte-Nordeste	0.0475	-0.3323463	0.42734628	<b>0.9970811</b>	
Sudeste-Nordeste	-0.4075	-0.7873463	-0.02765372	0.0283499	
Sul-Nordeste	-0.1625	-0.5423463	0.21734628	<b>0.7696789</b>	
Sudeste-Norte	-0.4550	-0.8348463	-0.07515372	0.0096270	
Sul-Norte	-0.2100	-0.5898463	0.16984628	<b>0.5563994</b>	
Sul-Sudeste	0.2450	-0.1348463	0.62484628	<b>0.3968638</b>	
Nordeste-Centroeste	0.04125	-0.22879955	0.311299554	<b>0.9936857</b>	RD Distal
Norte-Centroeste	0.23500	-0.03504955	0.505049554	<b>0.1224112</b>	
Sudeste-Centroeste	-0.23500	-0.50504955	0.035049554	<b>0.1224112</b>	
Sul-Centroeste	-0.07250	-0.34254955	0.197549554	<b>0.9489187</b>	
Norte-Nordeste	0.19375	-0.07629955	0.463799554	<b>0.2870181</b>	
Sudeste-Nordeste	-0.27625	-0.54629955	-0.006200446	0.0420083	



## Apêndices

Sul-Nordeste	-0.11375	-0.38379955	0.156299554	<b>0.7800013</b>	
Sudeste-Norte	-0.47000	-0.74004955	-0.199950446	0.0000208	
Sul-Norte	-0.30750	-0.57754955	-0.037450446	0.0162881	
Sul-Sudeste	0.16250	-0.10754955	0.432549554	<b>0.4703870</b>	
Nordeste-Centroeste	-0.3475	-0.76650906	0.071509058	<b>0.1570209</b>	RD Proximal
Norte-Centroeste	-0.4225	-0.84150906	-0.003490942	0.0469665	
Sudeste-Centroeste	-0.6050	#####	-0.185990942	0.0007945	
Sul-Centroeste	-0.1600	-0.57900906	0.259009058	<b>0.8354998</b>	
Norte-Nordeste	-0.0750	-0.49400906	0.344009058	<b>0.9884196</b>	
Sudeste-Nordeste	-0.2575	-0.67650906	0.161509058	<b>0.4479268</b>	
Sul-Nordeste	0.1875	-0.23150906	0.606509058	<b>0.7387043</b>	
Sudeste-Norte	-0.1825	-0.60150906	0.236509058	<b>0.7576619</b>	
Sul-Norte	0.2625	-0.15650906	0.681509058	<b>0.4276486</b>	
Sul-Sudeste	0.4450	0.02599094	0.864009058	0.0309224	
Nordeste-Centroeste	0.0225	-0.24107352	0.28607352	<b>0.9993475</b>	
Norte-Centroeste	0.3375	0.07392648	0.60107352	0.0043941	
Sudeste-Centroeste	0.0300	-0.23357352	0.29357352	<b>0.9979780</b>	
Sul-Centroeste	0.1525	-0.11107352	0.41607352	<b>0.5106314</b>	WLC
Norte-Nordeste	0.3150	0.05142648	0.57857352	0.0098714	
Sudeste-Nordeste	0.0075	-0.25607352	0.27107352	<b>0.9999918</b>	
Sul-Nordeste	0.1300	-0.13357352	0.39357352	<b>0.6619524</b>	
Sudeste-Norte	-0.3075	-0.57107352	-0.04392648	0.0127589	
Sul-Norte	-0.1850	-0.44857352	0.07857352	<b>0.3088342</b>	
Sul-Sudeste	0.1225	-0.14107352	0.38607352	<b>0.7103863</b>	

Tabela G. Teste DHS Tukey por Tipo Fundamental para as RDs e WLC.

Par comparado	Diferença entre as médias	Ponto final inferior (nível de confiança em 95%)	Ponto final superior (nível de confiança em 95%)	P-valor após o ajuste para as comparações múltiplas	Característica
arch:MULHER-arch:HOMEM	1.6087662	0.7777332	2.43979926	0.0000006	RD Ulnar
arch:MULHER-arch:HOMEM	1.39610390	0.5753418	2.21686595	0.0000194	RD Radial
arch:MULHER-arch:HOMEM	1.50243506	0.9184083	2.086461867	0.0000000	RD Distal
arch:MULHER-arch:HOMEM	1.1785714	0.3001172	2.0570256	0.0018567	RD Proximal
arch:MULHER-arch:HOMEM	0.67045455	0.07489623	1.2660129	0.0168851	WLC
arch:MULHER-loop:HOMEM	1.3090599	0.7046393	1.91348048	0.0000000	RD Ulnar
arch:MULHER-loop:HOMEM	1.07056146	0.4736110	1.66751187	0.0000051	RD Radial
arch:MULHER-loop:HOMEM	1.18981066	0.7650407	1.614580591	0.0000000	RD Distal
arch:MULHER-loop:HOMEM	1.5847358	0.9458252	2.2236465	0.0000000	RD Proximal
arch:MULHER-loop:HOMEM	0.41083253	-0.02232441	0.8439895	<b>0.0745633</b>	WLC
arch:MULHER-whorl:HOMEM	1.4696970	0.8141693	2.12522466	0.0000000	RD Ulnar
arch:MULHER-whorl:HOMEM	1.44318182	0.7957560	2.09060766	0.0000000	RD Radial
arch:MULHER-whorl:HOMEM	1.45643939	0.9957528	1.917125948	0.0000000	RD Distal
arch:MULHER-whorl:HOMEM	-0.2575758	-0.9505098	0.4353583	<b>0.8969700</b>	RD Proximal
arch:MULHER-whorl:HOMEM	0.37121212	-0.09857061	0.8409949	<b>0.2137777</b>	WLC
loop:HOMEM-arch:HOMEM	0.2997064	-0.3416713	0.94108405	<b>0.7666750</b>	RD Ulnar
loop:HOMEM-arch:HOMEM	0.32554244	-0.3079083	0.95899316	<b>0.6861338</b>	RD Radial
loop:HOMEM-arch:HOMEM	0.31262440	-0.1381179	0.763366728	<b>0.3554737</b>	RD Distal
loop:HOMEM-arch:HOMEM	-0.4061644	-1.0841410	0.2718122	<b>0.5259804</b>	RD Proximal
loop:HOMEM-arch:HOMEM	0.25962202	-0.20002014	0.7192642	<b>0.5911930</b>	WLC
loop:MULHER-arch:HOMEM	1.7190942	1.0762848	2.36190361	0.0000000	RD Ulnar
loop:MULHER-arch:HOMEM	1.71730643	1.0824417	2.35217118	0.0000000	RD Radial
loop:MULHER-arch:HOMEM	1.71820031	1.2664518	2.169948814	0.0000000	RD Distal
loop:MULHER-arch:HOMEM	0.2220122	-0.4574778	0.9015022	<b>0.9382846</b>	RD Proximal
loop:MULHER-arch:HOMEM	0.82364787	0.36297967	1.2843161	0.0000055	WLC
loop:MULHER-arch:MULHER	0.1103280	-0.4956117	0.71626763	<b>0.9954314</b>	RD Ulnar
loop:MULHER-arch:MULHER	0.32120253	-0.2772482	0.91965322	<b>0.6441996</b>	RD Radial
loop:MULHER-arch:MULHER	0.21576525	-0.2100722	0.641602722	<b>0.6995833</b>	RD Distal
loop:MULHER-arch:MULHER	-0.9565593	-1.5970756	-0.3160429	0.0003082	RD Proximal
loop:MULHER-arch:MULHER	0.15319333	-0.28105224	0.5874389	<b>0.9159755</b>	WLC
loop:MULHER-loop:HOMEM	1.4193878	1.1228877	1.71588796	0.0000000	RD Ulnar
loop:MULHER-loop:HOMEM	1.39176399	1.0989284	1.68459959	0.0000000	RD Radial
loop:MULHER-loop:HOMEM	1.40557591	1.1972039	1.613947920	0.0000000	RD Distal
loop:MULHER-loop:HOMEM	0.6281766	0.3147573	0.9415959	0.0000002	RD Proximal
loop:MULHER-loop:HOMEM	0.56402585	0.35153957	0.7765121	0.0000000	WLC

## Apêndices

loop:MULHER-whorl:HOMEM	1.5800249	1.1897627	1.97028715	0.0000000	RD Ulnar
loop:MULHER-whorl:HOMEM	1.76438435	1.3789455	2.14982321	0.0000000	RD Radial
loop:MULHER-whorl:HOMEM	1.67220464	1.3979393	1.946470032	0.0000000	RD Distal
loop:MULHER-whorl:HOMEM	-1.2141350	-1.6266668	-0.8016033	0.0000000	RD Proximal
loop:MULHER-whorl:HOMEM	0.52440545	0.24472473	0.8040862	0.0000015	WLC
whorl:HOMEM-arch:HOMEM	0.1390693	-0.5506826	0.82882111	<b>0.9926422</b>	RD Ulnar
whorl:HOMEM-arch:HOMEM	-0.04707792	-0.7283049	0.63414909	<b>0.9999591</b>	RD Radial
whorl:HOMEM-arch:HOMEM	0.04599567	-0.4387427	0.530734008	<b>0.9998050</b>	RD Distal
whorl:HOMEM-arch:HOMEM	1.4361472	0.7070361	2.1652583	0.0000003	RD Proximal
whorl:HOMEM-arch:HOMEM	0.29924242	-0.19506699	0.7935518	<b>0.5140492</b>	WLC
whorl:HOMEM-loop:HOMEM	-0.1606371	-0.5485366	0.22726237	<b>0.8459295</b>	RD Ulnar
whorl:HOMEM-loop:HOMEM	-0.37262036	-0.7557257	0.01048495	<b>0.0620285</b>	RD Radial
whorl:HOMEM-loop:HOMEM	-0.26662873	-0.5392336	0.005976186	<b>0.0594718</b>	RD Distal
whorl:HOMEM-loop:HOMEM	1.8423116	1.4322774	2.2523457	0.0000000	RD Proximal
whorl:HOMEM-loop:HOMEM	0.03962041	-0.23836705	0.3176079	<b>0.9985781</b>	WLC
whorl:MULHER-arch:HOMEM	1.4042208	0.7189334	2.08950817	0.0000001	RD Ulnar
whorl:MULHER-arch:HOMEM	1.24967532	0.5728576	1.92649305	0.0000023	RD Radial
whorl:MULHER-arch:HOMEM	1.32694805	0.8453472	1.808548891	0.0000000	RD Distal
whorl:MULHER-arch:HOMEM	2.2301948	1.5058029	2.9545867	0.0000000	RD Proximal
whorl:MULHER-arch:HOMEM	0.91266234	0.42155237	1.4037723	0.0000019	WLC
whorl:MULHER-arch:MULHER	-0.2045455	-0.8553740	0.44628305	<b>0.9474192</b>	RD Ulnar
whorl:MULHER-arch:MULHER	-0.14642857	-0.7892133	0.49635616	<b>0.9871082</b>	RD Radial
whorl:MULHER-arch:MULHER	-0.17548701	-0.6328711	0.281897086	<b>0.8839998</b>	RD Distal
whorl:MULHER-arch:MULHER	1.0516234	0.3636567	1.7395901	0.0001978	RD Proximal
whorl:MULHER-arch:MULHER	0.24220779	-0.22420728	0.7086229	<b>0.6763622</b>	WLC
whorl:MULHER-loop:HOMEM	1.1045144	0.7246102	1.48441861	0.0000000	RD Ulnar
whorl:MULHER-loop:HOMEM	0.92413289	0.5489240	1.29934173	0.0000000	RD Radial
whorl:MULHER-loop:HOMEM	1.01432365	0.7473376	1.281309705	0.0000000	RD Distal
whorl:MULHER-loop:HOMEM	2.6363592	2.2347766	3.0379418	0.0000000	RD Proximal
whorl:MULHER-loop:HOMEM	0.65304032	0.38078267	0.9252980	0.0000000	WLC
whorl:MULHER-loop:MULHER	-0.3148734	-0.6971898	0.06744294	<b>0.1750508</b>	RD Ulnar
whorl:MULHER-loop:MULHER	-0.46763110	-0.8452223	-0.09003991	0.0056202	RD Radial
whorl:MULHER-loop:MULHER	-0.39125226	-0.6599335	-0.122571005	0.0004821	RD Distal
whorl:MULHER-loop:MULHER	2.0081826	1.6040502	2.4123151	0.0000000	RD Proximal
whorl:MULHER-loop:MULHER	0.08901447	-0.18497186	0.3630008	<b>0.9397011</b>	WLC
whorl:MULHER-whorl:HOMEM	1.2651515	0.8082933	1.72200977	0.0000000	RD Ulnar
whorl:MULHER-whorl:HOMEM	1.29675325	0.8455414	1.74796507	0.0000000	RD Radial
whorl:MULHER-whorl:HOMEM	1.28095238	0.9598852	1.602019607	0.0000000	RD Distal
whorl:MULHER-whorl:HOMEM	0.7940476	0.3111197	1.2769756	0.0000428	RD Proximal
whorl:MULHER-whorl:HOMEM	0.61341991	0.28601327	0.9408266	0.0000015	WLC