

INVESTIGAÇÃO DA QUALIDADE TÉCNICA DE PADRÕES BIOMÉTRICOS DO TIPO PAPILOGRAMAS NEONATAIS^(*)**INVESTIGATION OF THE TECHNICAL QUALITY OF BIOMETRIC PATTERNS OF THE NEONATAL PAPILOGRAM TYPE****INVESTIGACIÓN DE LA CALIDAD TÉCNICA DE PATRONES BIOMÉTRICOS DEL TIPO PAPILOGRAMA NEONATAL****Paulo Sérgio Bezerra Nogueira¹****Isadora Dar'c Davi de Souza²****Katyane Tabosa Mendes da Silva³****Rodrigo Meneses de Barros⁴****RESUMO**

A ausência de identificação biométrica de neonatos e crianças tem se constituído em grande obstáculo para diversos países que buscam a implantação de políticas públicas voltadas à saúde e ao combate a casos de troca de bebês em maternidades, tráfico de crianças, dentre outros. A Papiloscopia como método de identificação, se mostra suficientemente segura e precisa para a identificação de adultos, mas sua aplicação em maternidades é controversa, apesar da obrigatoriedade prevista na legislação brasileira. O presente trabalho teve por objetivo empregar uma escala de qualidade adaptada do *Centre for Applied Science and Technology* (CAST) para a investigação da qualidade técnica de padrões biométricos de papilogramas neonatais coletados pela técnica tradicional de tinta em papel e por scanner de captura biométrica. Ao todo, foram analisados 177 podogramas de neonatos e 168 impressões digitais provenientes de bebês e crianças com faixas etárias variáveis até quatro anos. Os resultados indicaram (i) a baixíssima qualidade de podogramas coletados de neonatos pela técnica tradicional, constituindo biometrias ineficazes para a finalidade da identificação; (ii) ampla variação de qualidade dos datilogramas coletados por scanner de captura biométrica, com queda de qualidade nas

(*) Recibido: 09/03/2023 | Aceptado: 02/08/2023 | Publicación en línea: 27/09/2023.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

¹ Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Email: psbnogueira@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2519-1152>

² Mestra em Perícias Forenses pela Universidade de Pernambuco (UPE). Email: isadora.davi@upe.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7712-7312>

³ Mestre em Perícias Forenses pela Universidade de Pernambuco (UPE). Membro da Comissão de Perícias Forenses do Estado de Pernambuco. Email: tabosakatyane@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4989-8395>

⁴ Doutor em Nanociência e Nanobiotecnologia pela Universidade de Brasília (UnB). Email: Rodrigomenesesdebarros@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4514-1870>

primeiras 23 horas de vida e estabilidade em boa qualidade após um ano do nascimento. É importante que tomadas de decisão de gestores públicos encontrem amparo em pesquisas científicas que avaliem a viabilidade de soluções propostas para a identificação neonatal.

Palavras-Chave: impressão digital, qualidade, pele humana, recém-nascido, identificação.

ABSTRACT

The absence of biometric identification for newborns and children has been a major obstacle for many countries aiming to implement public policies focused on health and combating cases of baby switching in maternity, child trafficking, among others. Friction ridge examination, as an identification method, has demonstrated sufficient security and accuracy for adult identification, but its application in maternity wards is controversial, despite being mandatory according to Brazilian legislation. This study aimed to employ a quality scale adapted from the Centre for Applied Science and Technology (CAST) to investigate the technical quality of friction ridge biometric patterns from newborns collected through the traditional ink-on-paper method and biometric capture scanners. A total of 177 neonatal footprints and 168 fingerprints from babies and children with varying ages up to four years were analyzed. The results indicated (i) very low quality of footprints collected from neonates using the traditional method, rendering them ineffective for identification purposes; (ii) wide variation in the quality of fingerprints collected using biometric capture scanners, with a decline in quality within the first 23 hours of life and stable good quality after one year of birth. It is important that decision-making by public administrators be supported by scientific research evaluating the feasibility of proposed solutions for neonatal identification.

Keywords: fingerprint, quality, human skin, newborn, identification.

RESUMEN

La falta de identificación biométrica de recién nacidos y niños ha sido un gran obstáculo para varios países que buscan implementar políticas públicas orientadas a la salud y combatir los casos de intercambio de bebés en maternidades, trata de niños, entre otros. La papiloscopia como método de identificación es suficientemente segura y precisa para la identificación de adultos, pero su aplicación en maternidades es controvertida, a pesar de la obligación prevista en la legislación brasileña. El presente trabajo tuvo como objetivo emplear una escala de calidad adaptada del Centro de Ciencia y Tecnología Aplicadas (CAST) para investigar la calidad técnica de los patrones biométricos de papilogramas neonatales recolectados mediante la técnica tradicional de tinta sobre papel y mediante un escáner de captura biométrica. En total, se analizaron 177 escáneres de pies de recién nacidos y 168 huellas dactilares de bebés y niños de distintas edades hasta los cuatro años. Los resultados indicaron (i) la muy baja calidad de las gráficas podales recolectadas de los recién nacidos mediante la técnica tradicional, constituyendo datos biométricos ineficaces para fines de identificación; (ii) amplia variación en la calidad de las huellas dactilares recopiladas mediante escáner de captura biométrica, con una caída de la calidad en las primeras 23 horas de vida y una estabilidad de la buena calidad después de un año de nacimiento. Es importante que la toma de decisiones de los gestores públicos encuentre apoyo en investigaciones científicas que evalúen la viabilidad de las soluciones propuestas para la identificación neonatal.

Palabras clave: impresión digital, calidad, piel humana, recién nacido, identificación.

1 INTRODUÇÃO

A importância da identificação neonatal reside na capacidade do Estado em reprimir o tráfico e o abandono de crianças, localizar menores desaparecidos e

detectar trocas de bebês em maternidades, contribuindo para a proteção de menores por meio da possibilidade de identificá-los em casos de sequestros ou desaparecimentos. No Brasil, anualmente, são registrados 50 mil registros de crianças desaparecidas (Agência Senado, 2018) e 800 trocas de bebês em maternidades (Natosafe[®], 2022).

Trata-se de uma preocupação antiga que pode ser inclusive observada na legislação brasileira, em especial na Lei Federal nº 8.069/90, conhecida como “Estatuto da Criança e do Adolescente”, a qual prevê a identificação do recém-nascido a partir da coleta da impressão plantar e digital associada à impressão digital da mãe (Brasil, 1990). Todavia, o método tradicional da coleta neonatal com o uso de tinta mostrou-se, até então, inviável na individualização de bebês e crianças, pois gera impressões papiloscópicas de baixa qualidade (pouca nitidez), portanto, inviabilizando sua prática e dificultando a localização de crianças desaparecidas.

Tal problemática do desaparecimento de menores não é uma exclusividade brasileira, estimando-se que, em todo o mundo, mais de oito milhões de crianças sejam consideradas desaparecidas todos os anos, apesar da dificuldade em se obter dados confiáveis, sobretudo em países em desenvolvimento e com elevadas taxas de violência (Vieira *et al.*, 2022). Estudo recentes apontam um crescimento exacerbado no tráfico de pessoas no mundo, em virtude das consequências socioeconômicas geradas pela pandemia de COVID-19, especialmente em populações mais vulneráveis (Todrez & Diaz, 2021).

O termo “biometria” pode ser conceituado como “área da biologia responsável pelo estudo estatístico das características físicas e comportamentais dos seres vivos” e origina-se do termo grego bios (=vida) e metron (=medida) (German & Barber, 2018). Já a identificação biométrica, que não se confunde com o termo “biometria”, perfaz-se como “o estabelecimento da identidade de uma pessoa, medindo suas características fisiológicas ou comportamentais” (Jain *et al.*, 2016).

Além de sua função primordial voltada para a individualização, a tecnologia biométrica tem sido de fundamental importância para o controle do calendário de vacinação de crianças e de saúde pública na prevenção e controle de doenças infecciosas, principalmente em regiões de fronteira, como visto durante a pandemia de COVID-19 (Carlaw, 2020). Essa tecnologia representa um mercado promissor, com

previsão de investimentos de mais de 80 milhões de dólares em 2027 (Marketsandmarkets, 2022).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Papiloscopia é compreendida como a ciência que estuda as impressões digitais, palmares e plantares (Silva, 2021), aplicando-as no processo de identificação humana, e vem sendo internacionalmente investigada desde meados do século XIX. Os papilogramas (ou impressões digitais, palmares ou plantares padrões) formam uma base de dados de modalidade biométrica de grande interesse e efetividade para a segurança pública (Garrido, 2009), permitindo a definição da papiloscopia como uma ferramenta essencial ao processo de identificação.

Em virtude da alta capacidade discriminatória dos papilogramas entre indivíduos distintos e de sua permanência ao longo da vida, a papiloscopia tem oferecido resultados com praticidade e confiabilidade ante outras técnicas de identificação, tendo levado à obsolescência do método antropométrico de Alphonse Bertillon ainda no início do Século XX (Ferrari & Galeano, 2016).

Atualmente, a identificação através do DNA tem sido muito debatida, mas apesar da sua capacidade discriminatória, por ser de caráter invasivo, propicia acalorados debates sobre os aspectos legais e éticos relativos a sua coleta, utilização e armazenamento dos dados genéticos dos cidadãos pelo Estado, e muito há de se debater sobre o assunto em questão (Williams & Wienroth, 2017).

Os sistemas automatizados de pesquisa e identificação de impressões digitais, conhecidos pela sigla em inglês “AFIS” – *Automated Fingerprint Identification System*, começaram a ser utilizados em larga escala ainda na década de 80, promovendo uma verdadeira revolução na área em termos de efetividade, tendo se popularizado ao longo dos anos, chegando ao controle de acesso em condomínios, academias, instituições de segurança, *smartphones* e até transações bancárias.

Com o desenvolvimento dos sistemas automatizados de identificação através das impressões digitais, a biometria humana passou a ser utilizada em diversos países, inclusive o Brasil, como uma solução para a individualização das pessoas. A cidade de São Francisco, nos Estados Unidos, foi pioneira na utilização desta

tecnologia e experimentou um exponencial aumento na resolução de crimes contra o patrimônio, gerando uma progressiva redução dos roubos a residência naquela cidade, em virtude de prisões, amparadas pela prova pericial papiloscópica (Moses *et al.*, 2010).

No Brasil, os Sistemas AFIS começaram a ser implantados nos anos 1980 nos estados da Bahia e São Paulo, mas não avançaram na sua manutenção e, nos anos 1990, foi a vez do Rio de Janeiro adquirir o sistema via Detran e empregá-lo nas demandas civis e criminais. Nos anos 2000, o AFIS tornou-se realidade no Instituto Nacional de Identificação da Polícia Federal. Atualmente a tecnologia biométrica é uma realidade no cenário da identificação, visto que os Institutos de Identificação de 19 Unidades da Federação brasileiras possuem sistemas AFIS (apenas impressões digitais) ou *Automated Biometric Identification System-ABIS* (mais de uma modalidade biométrica) empregados nos processos de identificação da população (Figura 1).

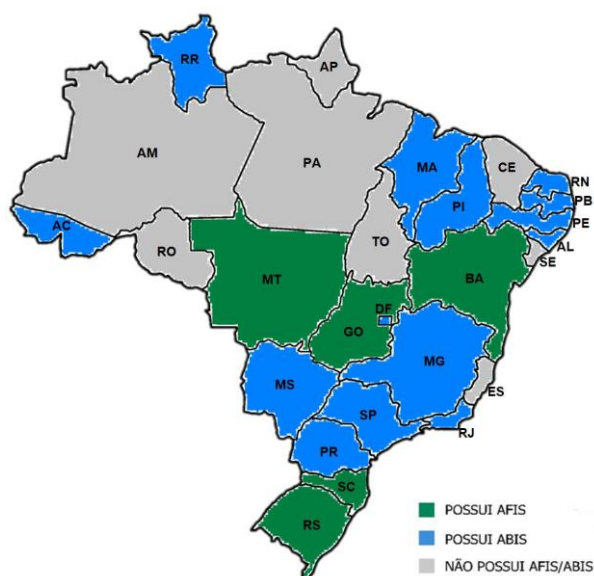


Figura 1 – Cenário díspar da tecnologia biométrica no Brasil

Fonte: FENAPPI (2023), adaptado.

Apesar da papiloscopia se constituir em uma modalidade biométrica amplamente difundida mundialmente, apresentando resultados práticos muito eficientes para a população adulta, a exigência legal para a coleta de impressões papiloscópicas de recém-nascidos para a finalidade de identificação humana não tem se mostrado muito efetiva. Do ponto de vista técnico, o cenário atual é bastante

limitado em virtude de padrões de baixa qualidade obtidos pelas tradicionais coletas realizadas com tinta em papel, de modo que as coletas em maternidades acabam sendo realizadas apenas para cumprir uma exigência legal, mas sendo de pouca ou nenhuma utilidade para fins de identificação Lemes *et al.* (2011).

Estudos realizados por grupos de diferentes países vêm investigando as possibilidades de amadurecimento da tecnologia biométrica papiloscópica, em especial à capacidade dos leitores biométricos em obter imagens com boa delimitação de cristas nos padrões, para que possa vir a apresentar alguma utilidade prática no cenário da identificação neonatal (Weingaertner, 2008; Balameenakshi & Sumathi, 2013; Preciozzi, *et al.*, 2020).

As limitações enfrentadas se justificam possivelmente em razão das cristas de fricção de recém-nascidos serem ainda muito rasas ou incipientes (Figura 2), dificultando a “leitura” pelo sistema automatizado.

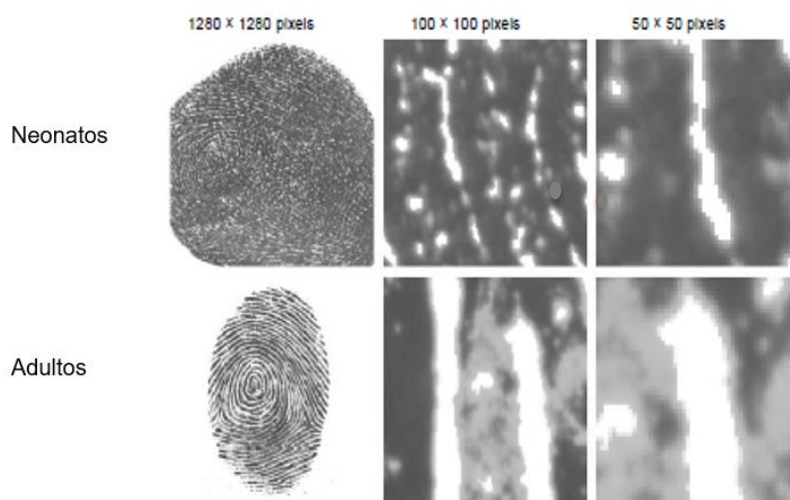


Figura 2 - Cristas de neonatos no quadrante superior e de adultos no quadrante inferior

Fonte: NATOSAFE® (2023)

Outro desafio está no estabelecimento de uma correspondência confiável a partir da coincidência de minúcias entre os padrões papiloscópicos do indivíduo em diferentes idades com o padrão de recém-nascido. Assim, a identificação biométrica de bebês apresenta dois importantes desafios: primeiro, a captura de biometrias em qualidade suficiente para uma identificação; segundo, a correspondência biométrica

de comparação automatizada que permita ao sistema apresentar candidatos viáveis para o exame do perito papiloscopista.

Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo investigar a qualidade técnica de padrões biométricos de recém-nascidos brasileiros, a partir de avaliações comparativas entre papilogramas coletados com o uso de tinta/papel e aqueles obtidos por dispositivos de captura biométrica para fins de identificação humana neonatal, auxiliando na definição de melhor técnica e do público-alvo a ser beneficiado com este tipo de procedimento.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio do estudo transversal que analisou amostras de papilogramas do tipo podogramas (impressões plantares) foram cedidas pelo Instituto de Identificação Tavares Buril de Pernambuco para o presente estudo. Sendo selecionadas aleatoriamente 177 amostras de documento intitulado Declaração de Nascido Vivo (DNV), contendo podogramas direito e esquerdo, oriundos de maternidade da cidade de Recife, no lote referente ao mês de novembro de 2022. Os podogramas foram coletados na sala de parto, de indivíduos de ambos os sexos, todos com menos de uma hora de vida. Tais amostras foram analisadas com a utilização de um instrumento de magnificação óptica (Marca Sirchie®, Modelo M2) em 4,5x (Figura 3).



Figura 3 – Instrumento de magnificação óptica utilizado - Modelo M2, Marca Sirchie®

Fonte: Sirchie® (2023).

Amostras de arquivos digitais contendo imagens de datilogramas coletados a partir do dispositivo de captura biométrica Nilmaone®, com resolução de 3.250 dpi e certificação FAP 30 do FBI, foram cedidas por representante da empresa Natosafe® (Figura 4). Esses padrões de certificação garantem que as imagens usadas no sistema sejam de alta qualidade e atendam a interoperabilidade com os sistemas automatizados de identificação (FBI, 2023).



Figura 4 – Dispositivo de captura biométrica utilizado - Nilmaone® 3.250 dpi de resolução - certificação FAP 30 do FBI.

Fonte: Natosafe®, (2022).

Dentre as amostras obtidas, 168 foram selecionadas aleatoriamente, correspondendo a biometrias de indivíduos de ambos os sexos, com idades entre zero e quatro anos de vida, provenientes de neonatos de maternidade do estado de Santa Catarina e de crianças através de programas de emissão de carteiras de identidade do Instituto de Identificação do Mato Grosso, por meio de acordo de cooperação técnica. As imagens digitais apresentaram 4912 x 3684 pixels, e 5 MB de tamanho, não tendo sido aplicado qualquer processamento às mesmas. Tais amostras foram analisadas em tela de computador (Marca Daten, Modelo TC 4 Giga RAM) e monitor de 21,5 polegadas.

Para a análise da qualidade dos papilogramas foi aplicada a escala absoluta de Fairley *et al.* (2012), considerada como a tabela de classificação do CAST – *Centre for Applied Science and Technology*, órgão britânico (Tabela 1).

Nota	Detalhe Visualizado
0	Nenhuma evidência de uma marca de dedo
1	Alguma evidência de uma marca de dedo
2	Menos de 1/3 detalhe claro do cume
3	Entre 1/3 e 2/3 detalhe claro do cume
4	Mais de 2/3 detalhe claro do cume

Tabela 1 - Classificação CAST (Centro de Ciência e Tecnologia Aplicada) esquema para avaliação de marcas digitais desenvolvidas.

Fonte: CAST - Centro de Ciência e Tecnologia Aplicada (2012)

Todavia, para a finalidade deste estudo foi excluída a nota igual a 0 (zero, nenhuma evidência de marca de dedo), já que foram analisadas impressões coletadas, e incluída a nota igual a cinco (quando todo o campo digital apresenta detalhamento de cristas nítido), correspondendo ao grau máximo de qualidade. A Tabela 2 apresenta os parâmetros utilizados para o estabelecimento das notas de avaliação da qualidade dos papilogramas coletados.

Nota	Detalhes visualizados
1	Alguma evidência de uma impressão
2	Menos de 1/3 de detalhamento de cristas nítido

3	Entre 1/3 e 2/3 de detalhamento de cristas nítido
4	Mais de 2/3 de detalhamento de cristas nítido
5	Detalhamento de cristas plenamente nítido

Tabela 2 - Escala de classificação da qualidade de impressões digitais do CAST adaptada para o presente estudo.

Fonte: Elaboração própria (2023).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Foram analisadas 177 impressões podoscópicas das DNVs obtidas, coletadas com tinta em papel. Nos podogramas analisados, quanto à morfologia dos pés, foram visualizadas as plantas dos pés direito e esquerdo, bem como seus respectivos artelhos ou pododáctilos, e com a presença de inúmeras linhas brancas, provenientes de dobras presentes na pele espessa dos pés de neonatos, característica comumente observada e relacionada à recenticidade do nascimento.

Dessa amostragem, as impressões avaliadas como sendo de nota = 1 (Tabela 1) corresponderam a 93,8% das amostras analisadas, ou seja, 161 podogramas. Trata-se da nota mínima na escala de qualidade, segundo a qual há apenas alguma evidência de uma impressão e inexistência de cristas nítidas e, conseqüentemente, de minúcias, conforme exemplificado no podograma obtido do Arquivo Público do Instituto de Identificação Tavares Buril, Setor Técnico Científico de Identificação Neonatal (Figura 5).



Figura 5 – Podograma Neonatal com nota = 1

Fonte: Arquivo Público IITB (2022).

Por outro lado, as impressões podoscópicas coletadas com o uso de tinta e com nota = 2, representaram apenas 6,2% das amostras analisadas, ou seja, 11 podogramas apresentaram áreas com visualização parcial de cristas e minúcias com possibilidade limitada de identificação, como visualizado no podograma obtido do Arquivo Público do Instituto de Identificação Tavares Buril, Setor Técnico Científico de Identificação Neonatal (Figura 6).



Figura 6 – Podograma Neonatal com nota = 2

Fonte: Arquivo Público IITB (2022).

Em contrapartida, foram analisadas 168 impressões digitais de neonatos e crianças, coletadas por meio de *scanner* de captura biométrica, correspondendo a 14 faixas etárias distintas e com seus respectivos números de amostras e notas de maior frequência, conforme a Tabela 3.

Faixa etária	Nº de amostras	Nota mais frequente
0 hora	16	3 (n=7)
1 hora	6	3 (n=3)
2 horas	6	2 (n=4)
3 horas	6	2 (n=3)
7 horas	10	2 (n=6)
12 horas	16	2 (n=9)
23 horas	7	1 (n=5)
2 meses	10	3 (n=5)
4 meses	10	4 (n=6)
8 meses	18	3 (n=7)
1 ano	19	5 (n=11)
2 anos	17	5 (n=11)
3 anos	17	4 (n=12)
4 anos	10	5 (n=7)

Tabela 3 – Nº amostras e nota mais frequente por faixa etária

Fonte: Elaboração própria (2023)

A produção de impressões pela pele espessa dos dedos (e não das plantas dos pés) não comprometeu uma avaliação da qualidade das biometrias com a aplicação de notas conforme escala apresentada na Tabela 2. A figura 7 apresenta exemplos de resultados apresentados em termos de Média \pm erro padrão obtidos na amostra estudada para cada nota representativa da qualidade técnica da biometria papiloscópica.



Figura 7- Exemplos de datilogramas avaliados e organizados conforme sua nota

Fonte: Natosafe®, (2023), adaptado.

Na avaliação geral das amostras, notou-se uma relativa correspondência entre um aumento da faixa etária e a melhoria da qualidade técnica da biometria coletada. No entanto, algumas variações surpreendentes ocorreram, conforme apresentado na Figura 8, que apresenta as médias de notas obtidas a partir de avaliação da qualidade de datilogramas obtidos pela coleta por scanner de captura biométrica Nilmaone® cedidos pela empresa Natosafe®, em crianças de diferentes faixas etárias.

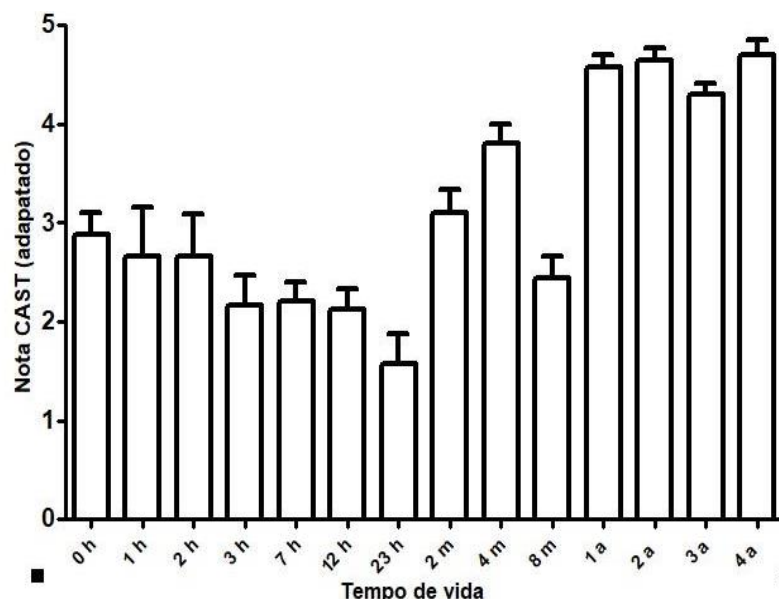


Figura 8 – Médias de notas obtidas na avaliação da qualidade de datilogramas com coleta por *scanner* de captura biométrica Nilmaone® em relação à faixa etária

Fonte: Elaboração própria (2023).

Observou-se que nas faixas etárias compreendidas até duas horas após o nascimento, (0h; 1h; e 2h), as médias das notas referentes à qualidade das biometrias se mostraram semelhantes, sendo de respectivamente, $2,9 \pm 0,2$; $2,7 \pm 0,5$ e $2,7 \pm$

0,4. Tais notas correspondem à visualização de 1/3 a 2/3 do detalhamento de cristas nítido.

No intervalo subsequente, entre três e doze horas (3h, 7h e 12h), notou-se uma queda nas médias de qualidade obtidas, correspondendo respectivamente a $2,2 \pm 0,3$; $2,2 \pm 0,2$ e $2,1 \pm 0,2$. Tais notas correspondem a menos de 1/3 do detalhamento de cristas nítido. Curiosamente, na amostra correspondente a 23 h foi observada a pior qualidade, com média de $1,6 \pm 0,3$, representando a dificuldade obtida na visualização de cristas e, conseqüentemente, de minúcias.

Uma tendência de melhoria de qualidade de biometrias papiloscópicas coletadas foi observada a partir de 23h até atingir um valor bastante desejável, do ponto de vista da identificação humana, com um ano de idade, alcançando uma nota igual a $4,6 \pm 0,1$. Entretanto, a tendência apresentou uma descontinuidade na amostra referente a oito meses, com média de $2,4 \pm 0,2$, o que representa um valor aquém do tecnicamente desejável para uma identificação segura dos indivíduos.

Na idade compreendida entre um e quatro anos, constatou-se as maiores médias de notas, em torno de 4,6, caracterizando biometrias com nitidez de cristas e minúcias considerada ótima, o que aponta para uma segurança no processo de identificação pelo *scanner* biométrico utilizado a partir dessa faixa etária. Os resultados demonstraram que, a partir de um ano de idade, a tecnologia de *scanner* biométrico utilizado no presente estudo apresenta emprego adequado e confiável para a identificação de crianças.

Devido ao sucesso na identificação de seres humanos em larga escala, a Papiloscopia vem, ao longo de mais de um século, sendo considerada como método prático, confiável e de ampla aceitação para a identificação humana.

Desde as primeiras iniciativas voltadas à construção de arquivos datiloscópicos, bases de dados contendo as imagens das biometrias papiloscópicas dos cidadãos identificados civil e criminalmente vêm crescendo mundialmente ao longo de décadas em diferentes órgãos de identificação. Tais bases são cotidianamente utilizadas com sucesso para validar o processo de identificação garantindo a unicidade de cada pessoa, além da utilização para a identificação de vestígios papiloscópicos coletados em cenas de crime.

Dada a sua comprovada eficiência, a Papiloscopia foi apontada pela legislação brasileira, desde o início da década de 90, como o método a ser adotado para a identificação de recém-nascidos em maternidades. No entanto, não foi estabelecido um suporte amparado por pesquisas científicas que pudessem justificar a escolha da técnica como sendo adequada para estabelecer uma identificação segura em tão tenra idade.

As análises aqui realizadas permitem afirmar que a biometria podoscópica neonatal com o uso de tinta em papel demonstrou uma baixíssima qualidade, sendo que a obtenção de nota máxima = 2 na escala de qualidade, em 6,2% das amostras, representaria uma possibilidade baixa de identificação, porém ainda muito longe do que se consideraria ideal para o estabelecimento de uma identificação segura e prática.

A baixa qualidade observada se mostra insuficiente para a visualização clara de cristas e minúcias visando a uma afirmativa de identidade, corroborando com os achados de Balameenakshi & Sumathi (2013), que observaram a possibilidade de identificação de neonatos por esse método alcançando, na melhor das hipóteses, o valor de 20%. Ainda piores foram os resultados obtidos por Weingaertner *et al.* (2008). Dessa forma, o presente estudo reforçou a ineficiência da utilização da técnica do “entintamento” para a coleta de biometria podoscópica destinada à identificação de neonatos (até 24 h de vida).

Apesar do Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA (Brasil, 1990) estabelecer a identificação do recém-nascido por meio de suas impressões papiloscópicas, o uso de tinta não tem apontado resultados seguros e satisfatórios para a identificação de neonatos. Cristas de fricção estreitas, poros de grandes diâmetros e muito suor (Koda *et al.*, 2019), tamanho reduzido das falanges distais dos dedos, pele espessa mais fina e lisa (Neal & Patel, 2020) são características relacionadas à baixa qualidade dos papilogramas obtidos de neonatos. Além disso, a espessura reduzida da epiderme, possibilitando a deformação das cristas de fricção quando do contato e o preenchimento de sulcos com a tinta utilizada, colaboram para o prejuízo à nitidez de cristas e minúcias (Balameenakshi & Sumathi, 2013).

Portanto, considerando-se a qualidade técnica das biometrias neonatais obtidas com a utilização de tinta em formulário de papel, é necessário reconhecer a

limitação técnica impeditiva para a eficácia da papiloscopia como método de identificação na faixa etária em que a coleta foi realizada, ou seja, na primeira hora de vida. Deve-se frisar que tais achados não podem ser extrapolados para outras faixas etárias diferentes daquela avaliada no presente estudo.

Quanto às análises realizadas nas amostras de impressões digitais coletadas com o emprego de *scanner* de captura biométrica, de recém-nascidos até crianças de oito meses de vida, constatou-se uma variação considerável na qualidade técnica das biometrias papiloscópicas capturadas. Em geral, observou-se uma média inferior ao que seria considerado desejável para todas as amostras correspondentes às biometrias de indivíduos com idade inferior a um ano de vida.

No entanto, algumas variações foram observadas, como ocorreu com a avaliação de maior qualidade para as amostras coletadas em indivíduos com quatro meses, seguida de uma redução na qualidade avaliada para as amostras de indivíduos com oito meses (Figura 9). Apesar da amostra total de 168 impressões coletadas com o *scanner* de captura biométrica, devido aos vários intervalos de tempo abarcados, algumas faixas etárias apresentaram um número reduzido de amostras, como ocorreu para 1h; 2h; e 3h (n=6) e 23h (n=7), o que pode explicar a variação observada.

Sabe-se que, em regra, a criança começa a engatinhar a partir dos seis meses de vida (Instituto Neurosaber, 2020), podendo assim estimular o “amadurecimento” de suas cristas de fricção, já que desenvolve algumas habilidades motoras para as quais o grau de atrito em sua pele espessa possui relevância. Tal hipótese poderá ser investigada por pesquisas posteriores que considerem amostras maiores para avaliar as diferenças de qualidade em biometrias papiloscópicas capturadas de indivíduos com faixas etárias variando entre seis meses a um ano e relacionem dados comportamentais da criança quanto a sua habilidade motora e a qualidade das impressões digitais coletadas.

Considerando especificamente as faixas etária de um, dois, três e quatro anos de idade, uma estabilidade de boa qualidade técnica das imagens dos datilogramas foi alcançada a partir de um ano de idade. Pode-se afirmar que foram observadas as maiores notas da escala de qualidade em tais faixas etárias, considerando toda a amostra investigada no presente estudo. Desse modo, os resultados apontaram que,

utilizando o *scanner* de captura biométrica com as especificações aqui apresentadas, a Papiloscopia poderia ser utilizada de maneira segura e eficaz para a identificação de crianças com ao menos um ano de idade, mas não para crianças recém-nascidas. Tal constatação encontra suporte no trabalho de Preciozzi *et al.* (2020), o qual aponta que a idade de um ano deveria ser adotada como idade mínima para a utilização do método papiloscópico, com *scanner* de captura em resolução de 500 dpi, de modo eficiente.

Ademais, notou-se que algumas amostras coletadas de indivíduos nas primeiras 23 horas de vida apresentaram uma boa qualidade (nota = 4; n = 6). Porém, a média obtida para as notas de qualidade das amostras nessa faixa (média = 2,4; n = 47) aponta para a precariedade técnica das biometrias coletadas. Tal fator pode estar induzindo peritos papiloscopistas a concluir de forma enviesada que a identificação neonatal seria possível por essa abordagem. É importante frisar que uma conclusão adequada sobre o tema não poderia ser alcançada sem a devida investigação científica em uma amostra que seja representativa da população, nunca se baseando em amostras isoladas.

Especialistas indicam que as cristas de fricção aumentam de tamanho ao longo do envelhecimento da criança, tornando-se mais espessas e gerando o alargamento dos sulcos (Weingaertner, *et al.*, 2008), com tais características contribuindo para a melhoria na qualidade técnica das biometrias. Porém, o presente estudo demonstrou o exato oposto para os intervalos subseqüentes ao nascimento e compreendidos nas primeiras 23 h de vida. Sabe-se que os bebês perdem fluidos acumulados no útero materno após o parto. Esse processo pode ser observado durante as primeiras horas e dias após o nascimento, fator que acarreta sua perda de peso (Graves & Háley, 2013) e, possivelmente, contribui para a redução da qualidade dos papilogramas coletados. Já para os intervalos superiores a dois meses, a relação direta entre o aumento da espessura das cristas de fricção e a qualidade técnica dos datilogramas coletados foi confirmada.

Conforme os estudos de Jain *et al.* (2016) e de Houssan & Intrigila (2020), dois desafios precisam ser perseguidos por pesquisadores da identificação infantil: (i) o desenvolvimento tecnológico de dispositivo para capturar imagens de biometrias papiloscópicas com resolução e qualidade técnica suficiente para a identificação

segura de recém-nascidos e crianças pequenas; (ii) o progresso lógico dos mecanismos de correspondência (algoritmo computadorizado) para a conversão das imagens biométricas em modelos aceitos pelos sistemas automatizados AFIS/ABIS, nas pesquisas de legitimação de identidade. E, atualmente, com o desenvolvimento dos estudos sobre inteligência artificial, essa tecnologia tem sido uma aliada importante para tornar a identificação biométrica mais significativa e segura na individualização das pessoas, o que poderá representar importantes benefícios para a identificação neonatal.

A identificação neonatal e de crianças há muito vem sendo alvo de estudos no mundo inteiro, sendo que ainda não existe uma técnica definitiva capaz de estabelecer individualizações precisas e seguras para a garantia do processo de identificação. Por decorrência, a solução desse problema se torna muito desejável a países, como o Brasil, que enfrentam índices elevados de trocas de bebês em maternidades, tráfico de crianças e falta de controle eficiente de calendário de vacinação e de programas de nutrição. Considerando as técnicas atualmente disponíveis, o presente trabalho indicou alguns importantes fatores para a busca da efetividade necessária à identificação por biometria papiloscópica de bebês e crianças. A partir das análises de impressões podoscópicas de neonatos, corrobora com outras pesquisas que demonstraram ser tecnicamente insuficiente a biometria papiloscópica de recém-nascidos coletada com o uso de tinta em prontuários de papel.

A baixa qualidade dos podogramas coletados de neonatos examinados está possivelmente relacionada ao aspecto estreito das cristas de fricção, sendo incipientes e muito rasas, além de apresentarem poros com grande diâmetro. Além disso, o excesso de resíduos na superfície da pele ao nascer, como ocorre com o vernix caseoso, cuja manutenção pode ser desejável do ponto de vista médico, representa um complicador adicional no processo de captura de biometrias papiloscópicas viáveis.

5 CONCLUSÕES

O estudo corrobora com outras pesquisas que demonstraram ser tecnicamente insuficiente a biometria papiloscópica de recém-nascidos coletada com o uso de tinta

em prontuários de papel. Quanto à utilização de scanner de captura biométrica em recém-nascidos, os achados aqui apresentados corroboram com a afirmação de ainda não ser possível apontar a viabilidade da técnica para a identificação em larga escala nas maternidades. Todavia, são promissores os esforços dos pesquisadores com o objetivo de desenvolver tecnologias capazes de propiciar a coleta de papilogramas tecnicamente viáveis. Os resultados apontaram que, com a tecnologia empregada na coleta das amostras investigadas, seria recomendada a identificação de crianças a partir de um ano de idade, demonstrada a maior probabilidade de captura de imagens de impressões digitais com visualização clara de cristas de fricção e minúcias, elementos essenciais na aplicação da Papiloscopia.

Por fim, entende-se que as tomadas de decisão por gestores públicos quanto à contratação de soluções que viabilizem a identificação neonatal devem estar amparadas por resultados de pesquisas científicas capazes de demonstrar a viabilidade das abordagens propostas para esse fim.

REFERÊNCIAS

- Balameenakshi, S.; Sumathi, S. (2013). *Biometric recognition of newborns: Identification using footprints*. In: IEEE Conference on Information and Communication Technologies, Anais Proceedings of 2013: p. 496-501. doi: 10.1109/CICT.2013.6558146. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6558146>.
- Brasil. (1990). Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. *Estatuto da Criança e do Adolescente*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8069compilado.htm.
- Carlaw, S. (2020). *Impact on biometrics of Covid-19*. Biometric Technology Today. (4):8–9. doi: 10.1016/S0969-4765(20)30050-3. Epub 2020 Apr 21. PMID: PMC7173828. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969476520300503>.
- Fairley, C. *et al.* (2012) *A comparison of multi-metal deposition processes utilising gold nanoparticles and an evaluation of their application to "low yield" surfaces for finger mark development*. Forensic Science International, v. 217, p. 5-18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073811004658>.
- FBI - Federal Bureau of Investigation. (2023). FAQs - Vendor Questions. FBI. https://fbibiospecs-fbi-gov.translate.google.com/certifications-1/faq?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc.
- Ferrari, M.G; Galeano, D. (2016). *Polícia, antropometria e datiloscopia: história transnacional dos sistemas de identificação do rio da Prata ao Brasil*. *História, Ciências, Saúde-manguinhos*, 23, 171–194. Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/hLZmDLNdqDMMtLsSQPx6gVq/#>.

- Garrido, R.G. (2009). *Evolução dos Processos de Identificação Humana: das características antropométricas ao DNA*. *Genética na Escola*, v. 5, n. 2, p. 38-40. <https://geneticanaescola.emnuvens.com.br/revista/article/view/81>.
- German, R.; Barber, K. S. (2018). *Current biometric adoption and trends*. A UT CID Report.
- Graves, B. W.; Haley, M. M. (2013). *Newborn transition*. *Journal of midwifery & women's health*, v. 58, n. 6, p. 662-670. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24103003/>.
- Housan, M.; Intrigila, B. (2020). *A comparative analysis of biometrics types: Literature review*. *Journal of Computer Science*. 16. 1778-1788. 10.3844/jcssp.2020.1778.1788. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/347971656_A_Comparative_Analysis_of_Biometrics_Types_Literature_Review.
- Instituto Neurosaber. (2020) *Benefícios de engatinhar para o desenvolvimento do bebê*. Recuperado de: <https://institutoneurosaber.com.br/beneficios-de-engatinhar-para-o-desenvolvimento-do-bebe/>.
- Jain, A., et al. (2016). *Giving infants an identity: Fingerprint Sensing and Recognition*. ACM International Conference Proceeding Series, vol. 03. 2020. <http://dx.doi.org/10.1145/2909609.2909612>.
- Koda, Y., et al. (2019). *Development of 2,400ppi Fingerprint Sensor for Capture Neonate Fingerprint within 24 Hours after Birth*. International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG), Darmstadt, Alemanha, 2019, pp. 1-7. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8897216>.
- Lemes, R.P., et al. (2011). *Biometric recognition of newborns: Identification using palmprints*. *International Joint Conference on Biometrics (IJCB)*, Washington, DC, USA, 2011, pp. 1-6, doi: 10.1109/IJCB.2011.6117475. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/261420317_Biometric_recognition_of_newborns_Identification_using_palmprints.
- Marketsandmarkets (2022). *Next Generation biometric Technologies Market*. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/next-generation-biometrictechnologies-market-697.html?gclid=CjwKCAjwv8qkBhAnEiwAkY-ahiNI1VQy6u6KnDirwMkPfqVn3B7TZcG-EiHObr6F-xBCxk02SU6uIRoCfL0QAvD_BwE.
- Natosafe. (2022). *O que é Papiloscopia*. [online]. <https://natosafe.com.br/o-que-é-papiloscopia/>.
- Natosafe. (2023). *Infantid*. [online]. <https://natosafe.com.br/infantid/>.
- Neal, T; Patel, A. (2020). *A Brief Literature Review and Survey of Adult Perceptions on Biometric Recognition for Infants and Toddlers*. *2020 IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB)*, Houston, TX, USA, pp. 1-10, doi: 10.1109/IJCB48548.2020.9304868. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8952777>.

- Preciozzi, J. *et al.* (2020). *Fingerprint Biometrics From Newborn to Adult: A Study From a National Identity Database System*. IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science. PP. 1-1. 10.1109/TBIOM.2019.2962188.
- Moses, K. *et al.* (2010). *Fingerprint Sourcebook-Chapter 6: automated fingerprint identification system (AFIS)*. National Institute of Justice/NCJRS, v. 225326, p. 6-1.
- Silva, B.D.S. (2021). *Importância da Perícia Papiloscópica em Laboratório para a Investigação Policial em Casos do Estado de Goiás, no Brasil*. Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics, v. 10, n. 2, p. 130-146. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/349375572_Importancia_da_Pericia_Papiloscopica_em_Laboratorio_para_a_Investigacao_Policial_em_Casos_d_o_Estado_de_Goias_no_Brasil.
- Todres, J.; Diaz, A. (2021). *COVID-19 and human trafficking - The amplified impact on vulnerable populations*. 2021. JAMA pediatrics, v. 175, n. 2, pp. 123-124. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32955557/>.
- Vieira, C. C. *et al.* (2022). *Desaparecidos: caracterizando a população de crianças desaparecidas usando o Twitter*. <https://doi.org/10.1145/3501247.3531589>.
- Weingaertner, D., *et al.* (2008). *Newborn's Biometric Identification: Can it be done?*. 3rd International Conference on Computer Vision Theory and Applications, Proceedings, [S. l.], v. 1, pp. 200-205.
<https://www.scitepress.org/papers/2008/10933/10933.pdf>.
- Williams, R, Wienroth M. (2017). *Aspectos sociais e éticos da genética forense: uma revisão crítica*. Forensic Sci Rev. 2017 Jul;29(2):145-169. PMID: 28691916. Recuperado de: <https://europepmc.org/article/MED/28691916>.