# Desenvolvimento de um Sistema Digital que realiza o reconhecimento das impressões digitais por pontos

ANTÔNIO NUNO DE C. SANTA ROSA[1]
FÁBIO SAMPAIO[1]
MARCOS ELIAS[2]
1-Universidade de Brasília/Departamento de Computação
2-Departamento de Policia Federal- Instituto Nacional de Identificação

*Abstract*-This system was developed with goal of accomplishing the recognition of a fingerprint based on discontinuities points. The system enables the lines counting of automatic form using the equation of the straight line between two points. Also the recognition of existing cases in an images bank generating the statistics of the hit and demanded points by the algorithm. It introduces level of acceptable computational complexity for the processing standard.

## 1. Problema

A necessidade de desenvolvermos um software amigável e em ambiente multiplataforma para realização da atividade da Perícia Papiloscópica. Este software apresenta a funcionalidade de Contagem de linhas e que resolve um problema existente na atual plataforma do AFIS do DPF.

Contagem de Linhas

A importância da contagem de linhas dentro da Datiloscopia tomou dimensão maior a partir dos estudos de Francis Galton, em 1891 [6], quando escreveu à Revista Nature sobre seus estudos para subclassificar as impressões digitais, estudos estes que tiveram origem com Faulds, H. [5].

Classificar datilogramas em 4 Tipos Fundamentais, de acordo com as definições ora de Vucetich ora de Edward Henry, não foi suficiente para dividir arquivos datiloscópicos, que já no início do século passado tomavam dimensões maiores do que as esperadas.

Inicialmente, Henry dava mais enfoque ao núcleo do datilograma e Vucetich aos deltas. Porém, com o passar dos anos, essas duas idéias se fundiram e cada escola passou a utilizar melhor o que a outra possuía. Exemplo disso é que Henry desenvolveu a idéia do nível déltico (*Ridge Tracing)*, baseado na contagem de linhas entre a linha diretriz inferior do delta à esquerda com relação ao delta à direita.

Mesmo em obras famosas de Vucetich não há a qualquer momento preocupação com relação ao núcleo dos datilogramas, fato que só viria ocorrer ao longo do tempo, quando seu arquivo datiloscópico aumentou desmedidamente. Só assim Vucetich passaria a utilizar-se da contagem de linhas (*Ridge Counting*), também de Henry, para subdividir as Presilhas.

Vucetich adotou tardiamente o critério da contagem de linhas de Galton e de nível déltico de Henry. Tudo isso por temer ser acusado de plágio; no entanto, tal decisão o levou a ser tachado de vaidoso e arrogante, mesmo após sua declaração inequívoca de ter Galton como mestre. Comenta-se que seguir Galton o impediria de tornar-se uma celebridade com o seu sistema. Para diferenciar-se, ao constatar o acúmulo de algumas fórmulas, permitiu o uso da contagem de linhas, porém por grupos e não a contagem exata, como era proposta por Galton.

Vários foram os países que adotaram este método, entre eles podemos citar que:

- O sistema Nacional Japonês é similar ao de Roscher exceto na contagem dos grupos de linhas para as Presilhas Ulnares;
- O sistema de Olóriz, adotado pela Polícia de Madri em 1910, consiste basicamente no sistema Vucetich combinado com a contagem de linhas e nível-déltico de Henry;
- No México o sistema Martinez é baseado no de Vucetich com a adição da contagem de linhas de Henry;
- Em Valparaiso, Chile, o sistema Cabezas começou a funcionar em 1927 e harmoniza as definições de Vucetich para sua classificação primária e as de Henry, para contagem de linhas;
- O sistema O'neill, é uma extensão do método de Henry em que todas as linhas das Presilhas são contadas e os Verticilos são tratados como as Presilhas Ulnares. Esta

contagem de linha é feita primeiro entre os dedos da mão direita e posteriormente na mão esquerda;

Como se pode constatar, esta técnica tornou-se fundamental para o arquivamento datiloscópico, tanto nos arquivos de países que seguem o modelo latino de Juan Vucetich, como o anglo-saxão de Edward Richard Henry, tornando-os cada vez mais eficientes na investigação civil e criminal, ao possibilitar a economia de tempo e recursos.

A lupa é o instrumento utilizado pelos Papiloscopistas para executarem a contagem de linhas. Ela possui uma linha que vai do centro a uma de suas extremidades. Tal linha, em homenagem a Francis Galton, é chamada de "Linha de Galton".

De acordo com o Manual de Identificação Papiloscópica do Instituto Nacional de Identificação, a Linha de Galton é uma linha imaginária que tem como ponto de partida o elemento que classifica o delta, e de chegada o centro do núcleo, sempre situado no ápice de uma laçada, no caso das Presilhas ou de uma linha curva, semelhante à inflexão de uma laçada, no caso dos Verticilos.

A Contagem de linhas é o processo de determinação do número de linhas existentes no núcleo das Presilhas e Verticilos. Consiste na contagem de todas as cristas papilares atingidas pela Linha de Galton, com exceção do ponto de partida e do ponto de chegada.

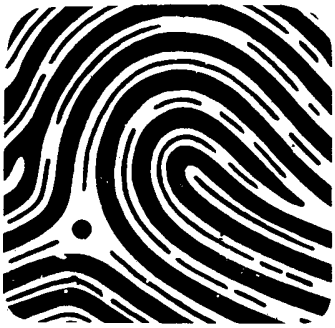
A chegada da Linha de Galton localiza-se na face interna da inflexão que caracteriza o centro do núcleo.

Caso haja mais de uma laçada ou linha curva no centro do núcleo, será tomada aquela que estiver mais próxima do ponto de partida, em número de linhas.

Deve haver sempre um espaço correspondente a um sulco interpapilar entre o ponto de partida da Linha de Galton e a primeira linha contada.

Para efeito de contagem de linhas, toma-se por base a laçada ou a linha curva mais interna, mesmo que apresente um apêndice incidindo sobre a sua inflexão.

Não são consideradas, na contagem de linhas, cristas atrofiadas, representadas por linhas muito finas inseridas entre as cristas normais e delas separadas por sulcos mais estreitos que os demais.



Em qualquer tipo, Presilha ou Verticilo, quando o delta for "branco" ou indeterminado, a Linha de Galton tem como ponto de partida a diretriz basilar, tanto quanto possível no ponto de divergência das diretrizes, de tal forma que essa linha passe junto à diretriz basilar, tangenciando o seu curso em direção ao ponto de chegada, que será a laçada ou a linha curva mais interna.

Nas Presilhas, tanto as Internas como as Externas, toma-se como ponto de partida o elemento que classifica o delta, e de chegada à face interna do ápice da laçada mais interna, permitindo que o arquivo seja subdividido em:

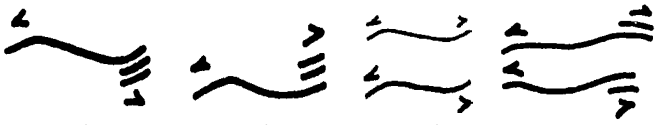
- Grupo 1ou Pequenas: contagem de 1 a 5 linhas;
- Grupo 2: contagem de 6 a 10 linhas;
- Grupo 3: contagem de 11 a 15 linhas;
- Grupo 4: contagem de 16 a 20 linhas;
- Grupo 5: contagem de 21 a 25 linhas;
- Grupo 6: contagem acima de 26 linhas.
-

No caso dos Verticilos, toma-se como ponto de partida o elemento que classifica o delta, à esquerda do observador e, como ponto de chegada, a face interna do ápice da linha curva mais interna, e em algumas subclassificações mais complexas, a inflexão da alça mais interna, como se fosse à inflexão de uma laçada, que estiver mais próxima do ponto de partida, em número de linhas.

Ainda com relação aos Verticilos, eles podem ser classificados com relação ao Nível Déltico:

- Delta Divergente Esquerdo: quando a linha diretriz inferior do delta, à esquerda, constituir-se na terceira ou posterior linha que passar acima do delta à direita do observador;
- Delta Divergente Direito: quando a linha diretriz inferior do delta, à esquerda, constituir-se na terceira ou posterior linha que passar abaixo do delta à direita do observador;

Delta Convergente: quando a linha diretriz inferior do delta, à esquerda, constituir-se na primeira ou segunda linha que passar acima ou abaixo do delta à direita do observador.



Delta Divergente Direito | Delta Divergente Esquerdo | Deltas Convergentes

As aplicações da contagem de linhas vão também além de seu uso específico para subdivisão de arquivos. São elas que, além de outros fatores, levam o Papiloscopista à certeza da afirmativa de identidade entre duas impressões digitais.

Seus estudos podem abalizar pesquisas em várias áreas distintas, como por exemplo, o grau de similaridade que podem existir entre dois datilogramas, como em impressões digitais de gêmeos; estudos da distância entre as cristas papilares e sua aplicação como escala alternativa que subsidie pesquisas em Sistemas AFIS (Automated Fingerprint Identification System) com maior precisão.

## 2. Ambiente Computacional

O sistema foi desenvolvido em ambienta JAVA com a versão 1.5 com 14 classes específicas para o processamento de imagem de impressão digital como: Countline; Processadorimagem; Line; Digital; JDI; Countline$Jpanelprocessadorline. Todas as funcionalidades do software foram feitas com telas que permitem ao usuário escolher diversos tipos de filtros.

## 3. Metodologia

O software tem basicamente três etapas de utilização que são: Pré-processamento das imagens; Iniciar tratamento; iniciar procura. Em seguida descrevemos todas as etapas necessárias e os passos necessários para utilização do software. A primeira tela apresenta os botões de Arquivo; Editar; Preparar Matriz; Procurar Par; Origem e Resultado.

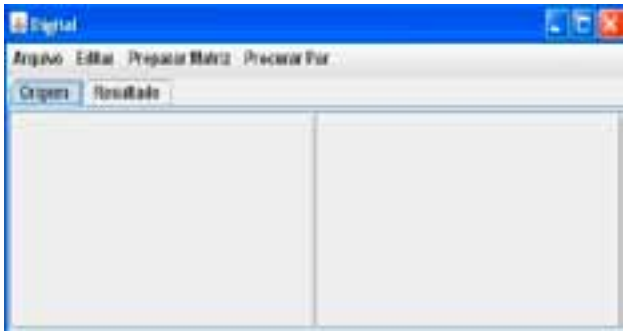



Figura 1. Mostra tele inicial do software.

Em seguida temos uma impressão digital lida no botão arquivos e quando a mesma entre no sistema são feitas as funções customizadas de binarizar e esqueletizar de forma automática e colocada na segunda tela no lado direito. O tratamento da imagem é realizado após estas etapas.

Figura 2. Lado esquerdo a imagem original e na direita Imagem tratada.

Na figura 3, podemos verificar várias funções de pré-processamento de imagens que são necessárias neste estudo, como: rotação, contar linha, afinar, binarizar, esqueletizar, realce, histograma e contagem manual. Este último tópico citado é de grande importância para o desenvolvimento dos trabalhos realizados diariamente pela Perícia Papiloscópica.

Figura 3. Mostra as opções de pré-processamento.
.

Na figura 4, mostramos a funcionalidade e **Limite** dentro da opção de **Preparar Matriz**. Esta função permite definir o tamanho da área a ser utilizada para análise da impressão digital.

Figura 4. Mostra o quadro vermelho que define a área de trabalho.

Todo o estudo do algoritmo inicia com a função **Iniciar Tratamento.** Esta função inicia a identificação de cada ponto; bifurcação; Ilhota etc e ser a chamada **CHAVE DÉLTICA ADOTADA PELO INI [1] e [7]**.

Figura 5. Mostra a opção de **Iniciar Tratamento** em **Preparar Matriz**.

Nas figuras 6 e 7, mostramos o resultado da procura das Chaves Délticas. Todas são numeradas e armazenadas de forma que possam ser utilizadas pelo algoritmo de **Procurar Par** que é utilizado logo em seguida no processamento. Especificamente na figura 7, utilizamos a função de zoom+ para se visualizar a identificação e numeração das Chaves Délticas.

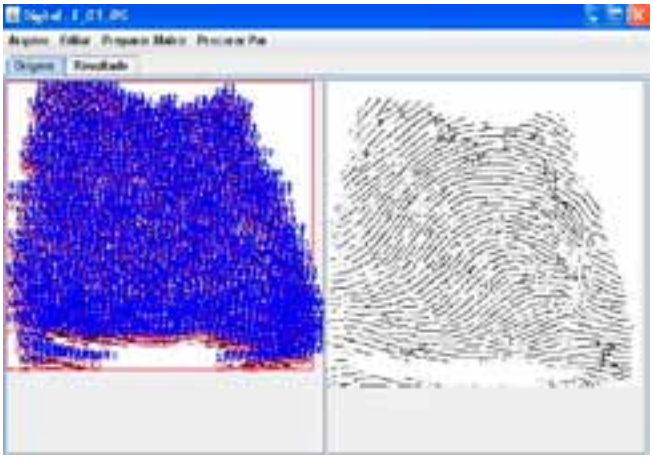


Figura 6. Mostra o resultado da função **Iníciar Tratamento**.

Como descrevemos anteriormente a figura 7, representa a função de zoom+ nos resultados de **Iniciar Tratamento.** Em uma pequena parte da imagem e os números em azul são às contagem em ordem crescente de Chaves Délticas e a circunferência a ocorrência de cada uma delas.

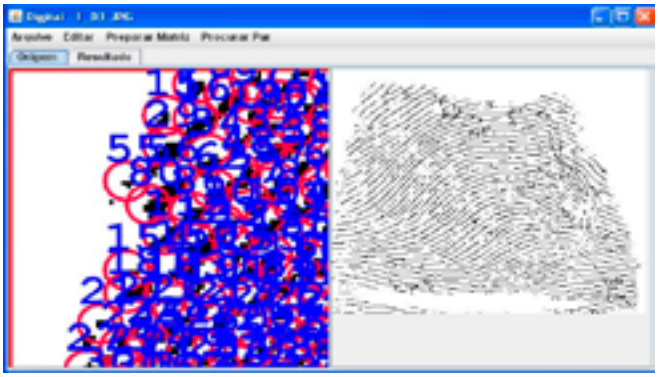


Figura 7. Mostra a numeração em azul e o posicionamento das Chaves Délticas.

O passo seguinte é de escolher o arquivo a ser iniciado para a procura de pontos que possam ser comparados e procurados em relação à primeira impressão digital.

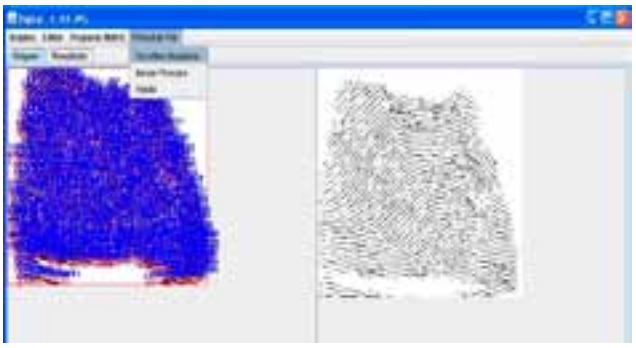


Figura 8. Mostra a funcionalidade de selecionar arquivos.

Na figura 9, temos tela da escolha do arquivo da impressão digital que deve ser processado e comparado com a primeira impressão digital.

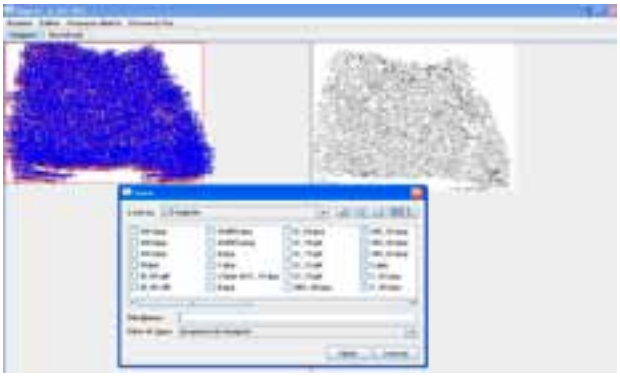


Figura 9. Nesta tela temos a opção de selecionar o arquivo.

Mostramos na tela da figura10, a opção de iniciar o algoritmo de verificação de pontos que são comuns entre as impressões digitais.

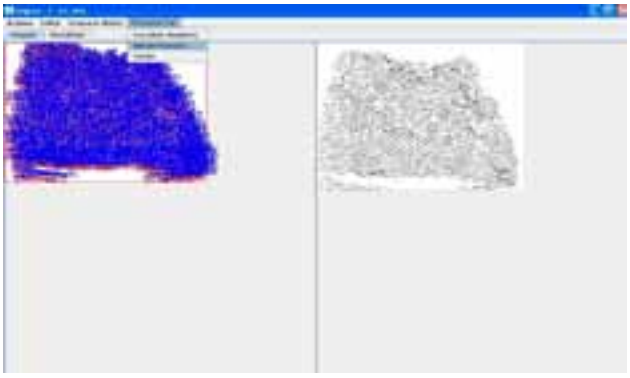


Figura 10. Mostramos nesta tela a opção de **Iniciar a Procura**.

Na figura 11, temos as duas impressões digitais que são comparadas por **Par.** A análise é feita ponto a ponto.

Figura 11. Mostra os pontos que são comuns entre as impressões digitais.

Na figura 12, temos o número de pontos que são comuns às duas impressões digitais e o percentual estatístico.

Figura 12. Mostra a comparação entre os pares.

Nos teste foram utilizados dados reais e de banco disponíveis como que são bem descritos e explicados nas seguintes referrências como [2], [3], [4] e [8].

## 4. Conclusão

O software foi totalmente desenvolvido em Linguagem computacional **JAVA,** o que permite um grande ganho por ser multiplataforma. Também atende às atividades diárias do INI-DITEC/DPF [6], e novas funcionalidades devem ser inseridas. O programa apresenta bom desempenho e em breve pode realizar as consultas e armazenamento de impressões digitais em um Banco de Dados.

## Referência


[1] Araújo, M. E. C.. & Pasquali, L. (2007). Datiloscopia: a determinação dos dedos. Brasília, Ed.: L. Pasquali, p. 340.

[2] BIOSTEST: 1998 Euripen Esprit Project N°: 21978( http:www.npl.co.uk/npl/sections/this/biotest/index.html).

[3] C.I. Waston and C. L. Wilson,1992 "NIST Special Database 4, Fingerprint Database". U.S. National Institute of Standards and Tecnology.

[4] C.I. Waston and C. L. Wilson, 1993 "NIST Special Database 14, Fingerprint Database". U.S. National Institute of Standards and Tecnology.

[5] Faulds, H. 1883a. 'The Beautiful in Nature'. *Sunlight* 1 (October 15): 11.

[6] Galton, F. 1891a. 'The patterns in thumb and finger marks.' *Journal of the Anthropological Institute* **20**: 360-1.

[7] Instituto Nacional de Identificação/Departamento de Polícia Federal (1987). Manual de Identificação Papiloscópica. Brasília, DF: Ed. Serviço Gráfico do DPF.

[8] R. Cappelli. A. Erol. Maio and D. Maltoni, 2000 " Symthetic Fingerprint-image Generation", proceedings 15th International Conference on Pattern Recognition (ICPR2000), Barcelona, September.

**Antonio Nuno de Castro Santa Rosa.** Received the B.S. degree in Mathematics from Federal University of Pará (UFPA), Brazil, in 1984, the M.Sc. degree in Geophysics from Federal University of Pará (UFPA), Brazil, in 1989, The Ph.D. degree in Geophysics from Federal University of Pará (UFPA), Brazil, in 1996, Post Doctoral degree in Applied Computing from National Institute for Space Research (INPE), Brazil, in 2002. He is currently Researcher and Professor at Geosciences Institute at University of Brasilia. He is leader of Automatic Image Interpretation Group of National Research Council - CNPq. interests include image fusion, superresolution, remote sensing and GIS.

Marcos Elias Cláudio de Araújo. Received the B.S. degree in Economy from University Católica of Brasília, in 1990, Extension in System Analisys from University of Brasília (UnB).
He is currently Chief of Identication Criminal and Foreigners Information Division and Substitute Director of Nacional Identification Institute /DITEC/DPF.