

# **IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PESSOAS UTILIZANDO OS PADRÕES DAS CAVIDADES ÓSSEAS FRONTAIS.**

Thiago Toshiyuki Izumi Yamamoto, Aparecido Nilceu Marana, Douglas Yasui Oura, Marcelo Hissao Ekami, – Ciência da Computação – Bacharelado em Ciência da Computação – Departamento de Computação – Faculdade de Ciências – Campus de Bauru

Muitos métodos baseados em descritores biométricos, tais como: impressões digitais, faces, íris e retina, têm sido propostos na literatura para a identificação de pessoas. Entretanto, para indivíduos falecidos, tais medidas biométricas podem não estar disponíveis. Nesses casos, partes do esqueleto humano podem ser utilizadas para a identificação, tais como: dentes, tórax, vértebras, ombros e a cavidade óssea frontal. Investigações prévias realizadas utilizando-se radiografias das cavidades ósseas frontais revelaram que os padrões dessas cavidades são altamente variáveis e únicos para cada indivíduo. Este fato estimulou a utilização das medidas das cavidades ósseas frontais, obtidas a partir de radiografias, para a identificação de esqueletos humanos.

A cavidade óssea frontal, localizada na testa dos seres humanos, divide-se, em geral, em duas partes (direita e esquerda) assimétricas e de formato irregular, e se comunica com a fossa nasal através do infundíbulo [1]. A cavidade óssea frontal se desenvolve embriologicamente a partir de uma célula etmoidal, não sendo visível no nascimento. Ela começa a se desenvolver no segundo ano de vida do indivíduo, alcança o seu tamanho máximo quando o indivíduo atinge vinte anos e mantém-se estável até o final de sua vida [2,3].

Acredita-se que a configuração da cavidade óssea frontal é única para cada indivíduo e que ela é determinada por fatores genéticos e ambientais. Variações da cavidade óssea frontal foram relatadas na literatura até mesmo para indivíduos gêmeos monozigóticos [2,3]. A possibilidade de identificação de pessoas comparando-se radiografias de suas cavidades ósseas frontais foi sugerida inicialmente por Schuller [2], em 1943. O formato assimétrico das cavidades ósseas frontais estimulou diversas tentativas de identificação de pessoas analisando-se medidas dessas cavidades obtidas a partir de filmes de raio X. Recentemente, Kirk [4] realizou um estudo retrospectivo de 39 casos para a identificação de esqueletos humanos, utilizando-se a região da cavidade óssea frontal, e Ribeiro [5] propôs um conjunto de medidas dos padrões das cavidades ósseas frontais, extraídas manualmente a partir de radiografias. Ribeiro avaliou o desempenho do seu método e das medidas propostas utilizando um banco de dados contendo radiografias de 500 indivíduos. Segundo seus relatos, os resultados foram positivos e corroboraram a hipótese de que os padrões das cavidades ósseas frontais dos seres humanos são distintos para indivíduos distintos.

O objetivo deste projeto de pesquisa foi desenvolver e implementar algoritmos para a extração automática, ou semi-automática, de medidas da cavidade óssea frontal e algoritmos para a comparação das medidas obtidas, a fim de identificar pessoas em aplicações forenses.

As imagens de cavidades ósseas frontais utilizadas nesse projeto de pesquisa foram obtidas de radiografias de aproximadamente 100 indivíduos, que participaram dos projetos “Well Balanced Face Study” e “Denver Growth Study”. Os arquivos desses estudos encontram-se na Faculdade de Odontologia da Universidade de Michigan, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos. Para a maioria dos casos, há somente uma radiografia anteroposterior da cavidade óssea frontal. Para alguns casos do “Denver Growth Study” (em torno de 20%), há duas ou mais radiografias do mesmo indivíduo com idades distintas, o que permitiu avaliar a eficácia das técnicas propostas. Como os padrões das cavidades ósseas frontais alcançam seu tamanho definitivo quando os indivíduos completam vinte anos, as radiografias utilizadas neste projeto de pesquisa foram de pessoas com idades iguais ou superiores a vinte anos.

Foram realizadas revisões bibliográficas sobre cavidades ósseas frontais, processamento de imagens, técnica de comparação de imagens utilizando o contexto da forma

– “shape context”, linguagem de programação Java e Matlab e a ferramenta de processamento de imagens ImageJ.

Após o estudo, foi proposto o sistema de identificação, contendo os seguintes módulos:

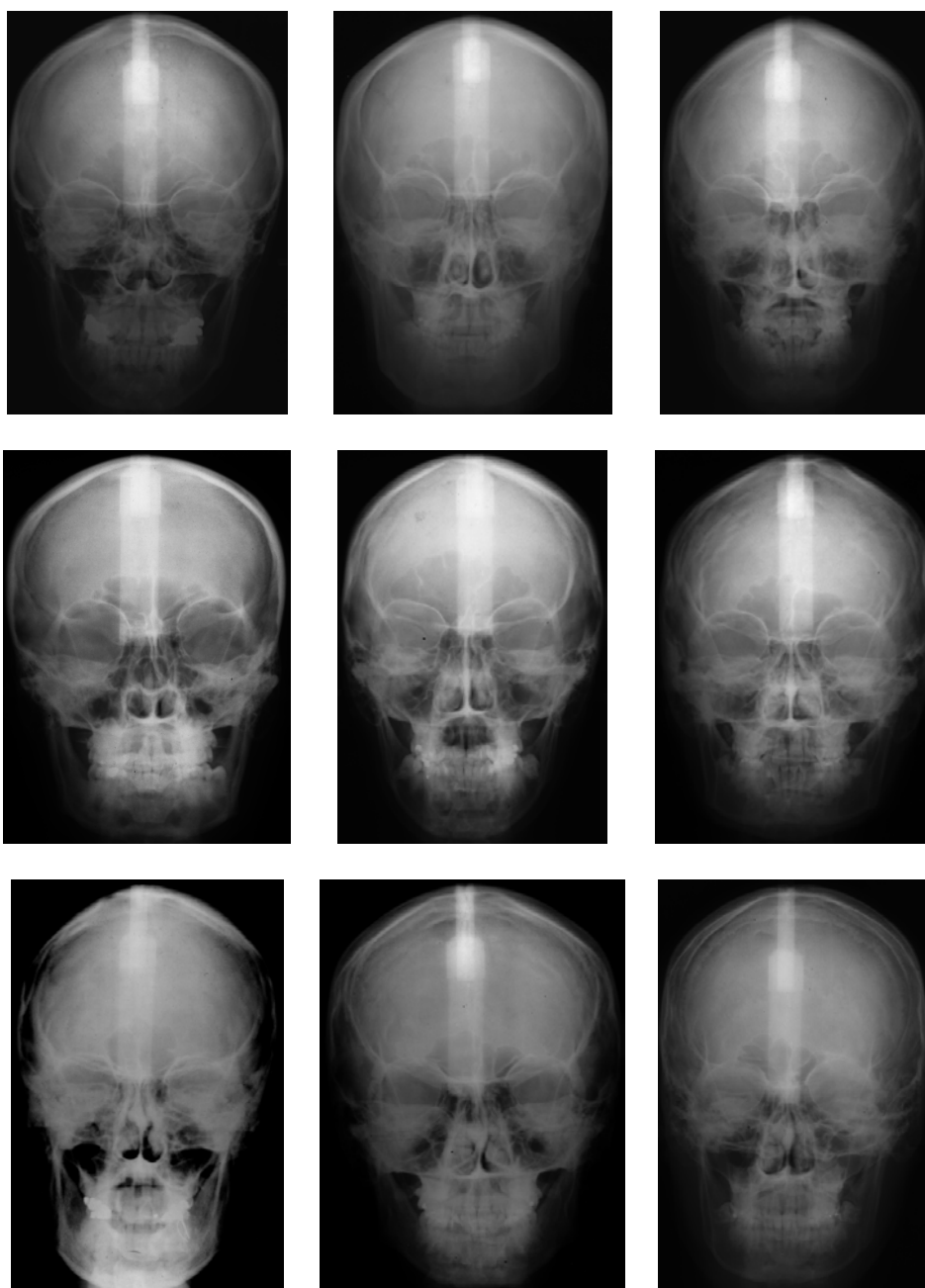
1. **Segmentação** - esse módulo é responsável por localizar a cavidade óssea frontal na radiografia anteroposterior e retornar a região de interesse (ROI), um retângulo que contem a cavidade óssea frontal.
2. **Extração da Forma** – esse módulo é responsável por extrair o contorno da cavidade óssea frontal da região de interesse (ROI).
3. **Extração das Características** – esse módulo é responsável por extrair as características da cavidade óssea frontal.
4. **Comparação** – esse módulo é responsável em comparar as características extraídas da cavidade óssea frontal com as características armazenadas no banco de dados.

As características da cavidade óssea frontal avaliadas neste projeto foram:

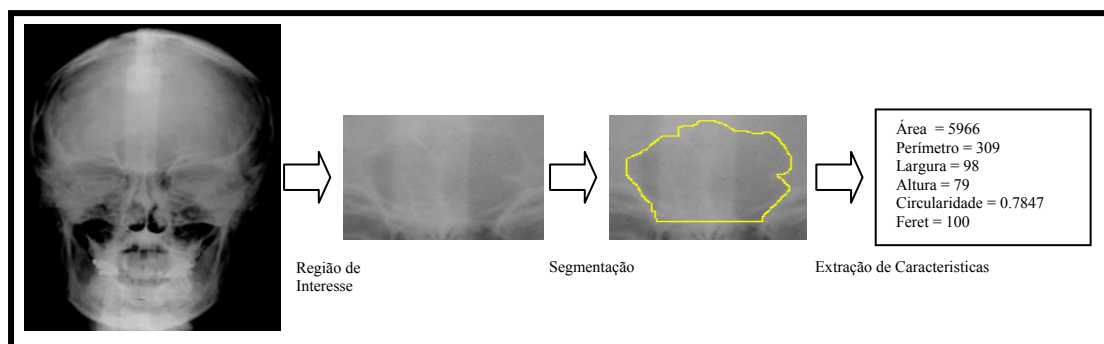
1. **Área** – a área (em números de pixels) da forma da cavidade óssea frontal.
2. **Perímetro** – o perímetro (em número de pixels) da forma da cavidade óssea frontal.
3. **Largura** – a largura (em número de pixels) do menor retângulo que inclui toda a forma da cavidade óssea frontal.
4. **Altura** – a altura (em número de pixels) do menor retângulo que inclui toda a forma da cavidade óssea frontal.
5. **Circularidade** – a circularidade da forma da cavidade óssea frontal é dado por  $4\pi(\text{área}/\text{perímetro}^2)$ . Um valor de 1.0 indica um círculo perfeito. Enquanto que valores próximo de 0.0 indicam polígonos cada vez mais alongado.
6. **Diâmetro de Feret** – a maior distância (em números de pixels) entre qualquer dois pontos ao longo da forma da cavidade óssea frontal.

A Figura 1 apresenta imagens de radiografias anteposteriores da cavidade óssea frontal. Nelas podem ser observadas que a formas das cavidades ósseas frontais são diferentes para indivíduos distintos.

A Figura 2 apresenta os 3 primeiros módulos de processamento do sistema de identificação utilizando a cavidade óssea frontal, proposto neste projeto. Primeiro é definida a região de interesse (ROI) que possui a cavidade óssea frontal, depois é segmentada a forma da cavidade e extraídas as características necessárias para fazer a identificação.



**Figura 1** – Radiografias anteroposteriores da cavidade óssea frontal obtida do banco de dados utilizado nos experimentos.



**Figura 2** – Diagrama do método proposto para a extração das características das cavidades ósseas frontais.

Primeiramente foi realizada a extração das formas das cavidades ósseas frontais de radiografias anteroposteriores. Foram utilizados radiografias de 26 indivíduos, sendo 2 radiografias para cada. As duas radiografias do mesmo indivíduo foram obtidas em momentos diferentes (com pelo menos um ano de diferença). A primeira imagem foi considerada a radiografia anti-morte e a segunda a pós-morte.

A partir das formas extraídas, foram obtidas as características das cavidades ósseas que foram utilizados nos experimentos. Esses descritores propiciaram taxas iguais de erros de falsa aceitação e falsa rejeição de aproximadamente 11%.

Posteriormente, foi implementado um algoritmo para comparação direta das formas, utilizando-se uma técnica baseada nos contextos das formas. Esse algoritmo é invariante à translação e à escala, mas é sensível à rotação. Assim foi preciso implementar um algoritmo para fazer o alinhamento das formas antes da comparação. Depois da implementação, esses algoritmos foram testados com os dados já obtidos das cavidades ósseas frontais.

Com os experimentos realizados, pode-se concluir que é viável utilizar medidas das cavidades ósseas frontais como descritores biométricos para a identificação de indivíduos falecidos. Esse método é mais rápido e barato, comparando-se com outros métodos conhecidos, como o DNA, por exemplo.

## Referências Bibliográficas

- [1] Frontal sinus. Dorland's Illustrated Medical Dictionary, 25th edition. Philadelphia: W. B. Saunders, 1974.
- [2] Schuller, A.. A note on the identification of skulls by x-ray pictures of the frontal sinuses. Med. J. Australia, 1943, 1:554-7.
- [3] Brogdon, B. G.. Forensic Radiology. CRC Press, 1998.
- [4] Kirk, N. J.; Wood, R. E.; Goldstein, M.. Skeletal Identification Using the Frontal Sinus Region: A Retrospective Study of 39 Cases. J Forensic Sci 2002, 47(2):318-323.
- [5] Ribeiro, F. A. Q.. Standardized measurements of radiographic films of the frontal sinuses: An aid to identifying unknown persons. Ear, Nose and Throat Journal, Jan 2000, v79, p26.