

# **USO DO ELETROCARDIOGRAMA COMO FERRAMENTA PARA A IDENTIFICAÇÃO HUMANA**

**Victor Hugo Costa Dias**

Engenheiro de Controle e Automação pela Universidade de Brasília (UnB)  
Mestre em Engenharia Biomédica pela Universidade de Brasília (UnB)  
Especialista em Ciências Forenses pelo IFAR/LS  
E-mail: costadias.victorhugo@gmail.com

**Palavras-chave:** Eletrocardiograma, biometria, identificação humana, biometria cardíaca.

## **INTRODUÇÃO**

O eletrocardiograma (ECG) é descrito como um sinal que representa a variação do potencial elétrico no coração ao longo do tempo, podendo ser medido na superfície do corpo por meio de eletrodos [1]. Classicamente, o ECG é utilizado como uma forma de diagnóstico clínico. Na última década, entretanto, devido à maior demanda por novos e mais eficientes métodos de identificação humana, a possibilidade de utilizar o ECG como um marcador biométrico surgiu na literatura científica e passou a ser objeto de estudo em diferentes pesquisas [2,3]. Esses estudos demonstraram que o ECG possui características individualizantes, passíveis de serem utilizadas na identificação de pessoas [2,4,5].

## **OBJETIVO**

Este trabalho busca fazer um breve apanhado do que já existe na literatura científica sobre o uso do eletrocardiograma como um meio para realizar a identificação humana, comparando esse tipo de tecnologia com outros métodos já consagrados.

## **METODOLOGIA**

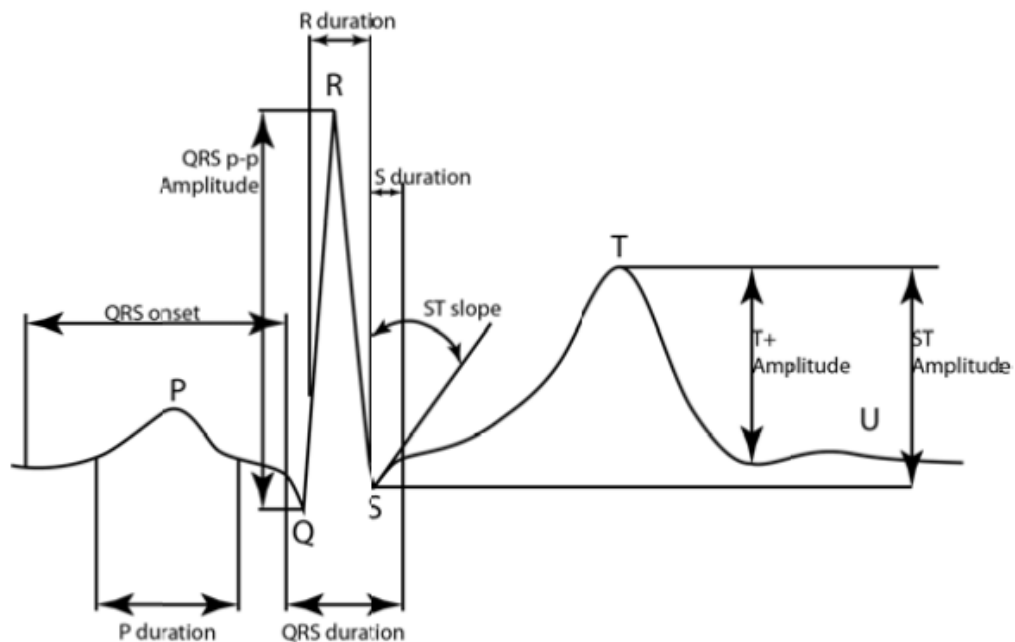
Para a realização desta revisão, foram utilizadas como referências publicações recentes na área de identificação humana e biometria, especificamente biometria cardíaca e processamento de sinais de ECG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ECG pode ser considerado um marcador biométrico também segundo a clássica definição de Jain et al [6] sobre quais medições biológicas se qualificam para esse papel. Isso porque o ECG pode ser obtido em todos os humanos vivos (universalidade), apresenta acurácia satisfatória (performance), pode ser facilmente obtido com o dispositivo correto (mensurabilidade), é uma tecnologia não invasiva (aceitabilidade), e é dificilmente passível de fraude (circunvenção) [2]. As duas características que ainda demandam esforço científico para a completa aceitação do ECG como biometria dizem respeito à permanência [7], a capacidade da medição se manter inalterada ao longo do tempo e à singularidade, que garante que não há dois indivíduos com as mesmas características [8]. Em relação à permanência, já foi observado que as amplitudes de partes do sinal não variam significativamente com a idade do indivíduo, principalmente a amplitude da onda P [9], vista na Figura 1. Em relação à singularidade, ainda se acredita que o ECG não é tão singular quanto outros marcadores biométricos tradicionais [10]. O ECG utilizado para aplicações forenses ou tecnologias de controle de acesso tem uma série de vantagens, como o fato de ser universal e automaticamente identificável [2], diferentemente de marcadores como as digitais, que nem sempre podem ser analisadas de forma completamente automática [9,11]. As aplicações também são seguras, uma vez que é praticamente impossível forjar um ECG [5], diferente de outras baseadas em características externas de um indivíduo. A forma de obtenção do ECG também é simples, não-invasiva, rápida e barata, necessitando apenas de eletrodos e de software para fazer o processamento do sinal [4,8,12]. Há diversas configurações para obtenção do ECG como biometria, sendo a mais utilizada a de um canal [13], pela facilidade de leitura e apresentação de resultados satisfatórios. Na literatura, há relatos de eletrodos colocados em vários locais, sendo os mais comuns no peito [14], entre os polegares e indicadores [15] e na posição braços direito-esquerdo do triângulo de Einthoven [16]. Há ainda novos métodos que sequer necessitam de contato físico para obter os trechos de interesse do ECG, fazendo-o apenas com detecção através de imagens [17]. Normalmente, o sinal de ECG coletado tem bastante ruído associado proveniente de várias fontes. Por esse motivo, é necessário que haja uma etapa de pré-processamento, com

aplicação de filtros passa-faixa para retirar principalmente a interferência de 60 Hz da rede elétrica e a interferência da atividade elétrica muscular [18]. Os métodos de identificação com o uso do ECG se dividem em dois grandes categorias [4]: métodos com e sem reconhecimento de pontos fiduciais. Os métodos que utilizam os pontos fiduciais extraem informações temporais, áreas, amplitudes ou ângulos do sinal de ECG. Exemplos seriam a amplitude e duração da onda R, a distância temporal entre as ondas S e T, a área abaixo das curvas e suas inclinações [19], como representado na Figura 1.

Figura 1: Representação de um trecho de eletrocardiograma com seus respectivos pontos fiduciais e indicação dos mais relevantes parâmetros utilizados na extração de características individualizantes do sinal. Figura retirada de [12].



Os métodos que não utilizam os pontos fiduciais analisam o sinal como um todo e não baseado em pontos específicos. Alguns exemplos são o uso de coeficientes de transformadas Wavelet, densidades espectrais de potência ou transformadas cosseno discretas [20]. Cada uma das abordagens tem suas vantagens e defeitos e a tendência é que as duas sejam usadas simultaneamente. Recentemente, surgiram estudos que reportam taxas de acerto na identificação por meio do ECG da ordem de 99,99%, mesmo quando os ECGs utilizados apresentavam disfunções decorrentes de arritmias cardíacas [21]. Entretanto, os estudos geralmente são feitos para uma amostra pequena [19], e com o

aumento do número de sinais analisados, a taxa de acertos tende a diminuir [10]. A revisão bibliográfica realizada por Fratini et al [19] considerou 100 trabalhos que utilizaram números de amostras variando de 10 a 502 e concluíram que a taxa média de acerto nas identificações era de 94,95%, uma proporção alta, mas ainda longe do ideal. Apesar disso, a junção de diversos métodos de identificação em um só sistema tem o potencial de trazer resultados muito mais robustos e confiáveis. Assim, a utilização do ECG poderia ser feita em combinação com reconhecimento facial ou de voz, por exemplo, o que permitiria a criação de sistemas para operação em condições reais. Sistemas embarcados de baixo custo foram criados recentemente para realizar a identificação humana em tempo real, como o descrito por Mesin et al [22], que consiste basicamente em dois eletrodos acoplados a um smartphone. A exatidão do sistema descrito é de 95% quando considerado apenas um batimento cardíaco e de até 98% quando considerados três batimentos consecutivos. Além disso, o sistema suporta o uso conjunto com outros métodos biométricos. Porém o estudo foi realizado com uma amostra de apenas 10 sinais.

## **CONCLUSÃO**

Possíveis aplicações dessa tecnologia na área forense seriam a identificação criminal de vivos e a identificação de vítimas desfiguradas em acidentes não fatais. Entretanto, isso ainda não é uma realidade e é necessário que haja melhorias nos métodos para reduzir os percentuais de erros nas identificações e estudos que considerem amostras maiores da população para garantir a característica de singularidade do sinal. A implantação desse tipo de tecnologia não teria custo tão elevado, já que os equipamentos necessários são baratos. Os maiores esforços teriam de se concentrar na criação do banco de dados e registro da população. Portanto, é possível concluir que o uso de sistemas baseados no ECG pelos institutos de criminalística brasileiros pode ser considerado viável e que a tecnologia tem um futuro promissor.

## **REFERÊNCIAS**

1. KLIGFIELD, P. et al. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. **J Am Coll Cardiol**, 49, 2007.
2. BIEL, L. et al. ECG analysis: a new approach in human identification. **IEEE Trans Instrum Meas**, 50, 2001. 808-812.
3. HOEKEMA, R.; UIJEN, G. J.; VAN OOSTEROM, A. Geometrical aspects of the interindividual variability of multilead ECG recordings. **IEEE Trans Biomed Eng**, 48, 2001. 551-559.
4. AGRAFIOTI, F.; GAO, J.; HATZINAKOS, D. Heart Biometrics: Theory, Methods and Applications. In: YANG, J. **Biometrics**. InTech, 2011. Cap. 10, p. 199-216.
5. CHAUHAN, S.; ARORA, A. S.; KAUL, A. A survey of emerging biometric modalities. **Procedia Computer Science**, 2010. 213-218.
6. JAIN, A. K.; BOLLE, R.; PANKANTI, S. **Biometrics: Personal Identification in Networked Society**. 1st. ed. Norwell: Kluwer, 1999.
7. WÜBBELER, G. et al. Verification of humans using the electrocardiogram. **Pattern Recognition Letters**, Berlin, 2007. 1172–1175.
8. CARREIRAS, C. et al. **ECG Signals for Biometric Applications: Are we there yet?** Proceedings of the 11th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (IVC&ITS-2014). Vienna: SCITEPRESS. 2014. p. 765-772.
9. SINGLA, S. K.; SHARMA, A. ECG as Biometric in the Automated World. **International Journal of Computer Science & Communication**, 1, 2010. 281-283.
10. CHAN, A. D. C.; BADRE, A. Wavelet Distance Measure for Person Identification Using Electrocardiograms. **IEEE Trans. on Inst. and Meas.**, 57, 2008. 248-253.
11. MALTONI, D. et al. **Handbook of Fingerprint Recognition**. Second Edition. ed. London: Springer, 2009.
12. FALCONI, J. S. A. **ECG Authentication for Mobile Devices**. University of Ottawa. Ottawa. 2013.
13. ODINAKA, I. et al. ECG biometric recognition: a comparative analysis. **IEEE Trans. Inf. Forensics**, v. 7, n. 6, p. 1812-1824, 2012.
14. LOONG, J. L. C. et al. A New Approach to ECG Biometric Systems: A Comparative Study between LPC and WPD Systems. **World Academy of Science, Engineering & Technology**, agosto 2010. 759.
15. CHAN, A. D. C. et al. Wavelet Distance Measure for Person Identification Using

- Electrocardiograms. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement** , fevereiro 2008. 248-253.
16. BOUMBAROV, O.; VELCHEV, Y.; SOKOLOV, S. **ECG Personal Identification in Subspaces using Radial Basis Neural Networks**. Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. Rende: IEEE Xplore. 2009.
  17. HAQUE, M. A.; NASROLLAHI, K.; MOESLUND, T. B. **Can contact-free measurement of heartbeat signal be used in forensics?** 23rd European Signal Processing Conference (EUSIPCO). Nice: IEEE. Proceedings of the European Signal Processing Conference. 2015. p. 769-773.
  18. SILVA, H. et al. **ECG Biometrics: Principles and Applications**. Proceedings of the International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing. SciTePress. 2013. p. 215-220.
  19. FRATINI, A. et al. Individual identification via electrocardiogram analysis. **BioMedical Engineering OnLine**, 14 agosto 2015.
  20. PLATANIOTIS, K. N.; HATZINAKOS, D.; LEE, J. K. M. **ECG Biometric Recognition Without Fiducial Detection**. Biometrics Symposium. IEEE Xplore. 2006.
  21. ABBASPOUR, H.; RAZAVI, S. M.; MEHRSHAD, N. Electrocardiogram Based Identification using a New Effective Intelligent Selection of Fused Features. **Journal of Medical Signals and Sensors**, Mar 2015. 30-39.
  22. MESIN, L.; MUNERA, A.; PASERO, E. A Low Cost ECG Biometry System Based on an Ensemble of Support Vector Machine Classifiers. In: BASSIS, S.; AL, E. **Advances in Neural Networks**. Springer, v. 54, 2016. Cap. Smart Innovation, Systems and Technologies, p. 425-433.

## AGRADECIMENTOS

À professora MSc. Ana Carolina Cardoso de Sousa, pela revisão deste trabalho.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.