

DIGITALIZAÇÃO DE EXAMES OBTIDOS DE UM EQUIPAMENTO ANALÓGICO DE ELETROCARDIOGRAMA EXISTENTE EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO (HUOL/UFRN) E SUA INTEGRAÇÃO COM O APLICATIVO DE GESTÃO HOSPITALAR

Data de aceite: 02/05/2024

Nicolas Guedes Nunes

Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, Natal, Brasil

Rafael Cavalcanti Contreras

Maria Luiza de Medeiros Cachina

Ana Luiza Ohara de Queiroz

Angelo Roncalli Oliveira Guerra

**Custódio Leopoldino de Brito Guerra
Neto**

RESUMO: De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares são as principais causas de morte no mundo. O diagnóstico de forma rápida e precisa dessas doenças é de grande importância no tratamento dos pacientes. A análise do exame de eletrocardiograma (ECG), desde sua invenção, é uma das ferramentas mais utilizadas para a realização desse diagnóstico. Os exames são executados em equipamentos eletrocardiógrafos. Em alguns hospitais esses equipamentos ainda realizam tais registros de forma impressa para análise da equipe clínica, com ausência de conexão com o sistema de prontuário eletrônico existente. Com a

expansão da informatização crescente nos serviços de saúde, é significativo o registro do prontuário do paciente em formato digital. O Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) utiliza uma ferramenta desenvolvida pela EBSEH, denominada AGHU, adotado como padrão para todos os Hospitais Universitários. Este projeto propõe a digitalização dos exames do eletrocardiograma no ambulatório de cardiologia do HUOL. Realizou - se um trabalho com o intuito de tornar o ECG acessível para armazenamento, consulta e pesquisa pela equipe médica, professores, alunos e pesquisadores da instituição. Utilizou - se o software produzido pela fabricante do equipamento com objetivo de digitalizar o exame diretamente para o computador, e com a equipe de TI o módulo do AGHU foi implementado nos computadores disponíveis no ambulatório de cardiologia. Conclui-se que o equipamento analógico a partir da adição do software realizou o exame em formato digital facilitando o diagnóstico, melhorando o atendimento aos pacientes e dando acesso a todos os membros da instituição ao mesmo tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrocardiograma;
Digitalização de eletrocardiograma;
Software para ECG.

DIGITIZATION OF EXAMS OBTAINED FROM AN EXISTING ANALOG EQUIPMENT IN A UNIVERSITY HOSPITAL (HUOL/UFRN) AND ITS INTEGRATION WITH A HOSPITAL MANAGEMENT APPLICATION

ABSTRACT: According to the World Health Organization (WHO), cardiovascular diseases are the leading causes of death worldwide. The rapid and accurate diagnosis of these diseases is of great importance in the treatment of patients. Since its invention, the analysis of the electrocardiogram (ECG) has been one of the most widely used tools for this diagnosis. The tests are performed on electrocardiographic equipment. In some hospitals, these devices still make printed records for analysis by the clinical team, with no connection to the existing electronic medical record system. With the expansion of increasing computerization in health services, the recording of the patient's medical record in digital format is significant. The Onofre Lopes University Hospital (HUOL) uses a tool developed by EBSEH, called AGHU, adopted as a standard for all University Hospitals. This project proposes the digitization of electrocardiogram exams in the cardiology outpatient clinic of HUOL. A study was carried out with the aim of making the ECG accessible for storage, consultation and research by the medical team, professors, students and researchers of the institution. The software produced by the equipment manufacturer was used in order to digitize the exam directly to the computer, and with the IT team, the AGHU module was implemented on the computers available in the cardiology outpatient clinic. It is concluded that the analog equipment, from the addition of the software, performed the exam in digital format, facilitating the diagnosis, improving patient care and giving access to all members of the institution at the same time.

KEYWORDS: Cardiogram; Electrocardiogram scanning; ECG software.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares são as principais causas de morte no mundo. Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), do início de 2024 até o dia 06 de abril de 2024, foram registradas, aproximadamente, 106.600 mortes por doenças cardiovasculares (DCVs) no Brasil (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2024). Ainda segundo a entidade, para fins de comparação, no Brasil as mortes causadas por DCVs representam mais do que o dobro das mortes causadas por todos os tipos de câncer juntos, mais do que o triplo das doenças respiratórias, 6,5 vezes mais que todas as infecções (incluindo a AIDS) e 2,3 vezes mais que as mortes ocorridas devido às causas externas, como acidentes de trânsito e violência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2020),(ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2020) (Oliveira.G.M.M *et al.*, 2023).

Nesse cenário repleto de desafios e expectativas, o eletrocardiograma se sobressai como um símbolo de otimismo. Sua habilidade exclusiva de transformar os batimentos elétricos do coração em gráficos detalhados oferece uma perspectiva sem igual sobre a saúde cardíaca de uma pessoa.

Em constante busca por desvendar os segredos do coração humano, Augustus Waller e Willem Einthoven surgem como pioneiros renomados da cardiologia moderna. Em um instante caracterizado pela coragem na área científica, Waller, no ano de 1887, teve a iniciativa de explorar os mistérios do músculo cardíaco ao criar o primeiro eletrocardiograma (ECG) utilizando um eletrômetro improvisado e eletrodos colocados no peito de um voluntário. Uma cena que é ao mesmo tempo desafiadora e épica, mostrando os primeiros sinais da eletricidade que antecede a sincronia do batimento do coração (Boriani & Vitolo, 2019) (Baldassarre, A *et al.*, 2020).

No entanto, foi com a genialidade de Einthoven, em 1902, que a revolução real aconteceu. Conectando os fios nos membros do paciente, imersos em eletrólitos em um recipiente, e operando uma máquina enorme de cerca de 300 quilos ele fez o eletrocardiôgrafo funcionar, explorando novas perspectivas no entendimento do coração humano.

Uma das ferramentas mais importantes para esse diagnóstico é a análise do eletrocardiograma (ECG), um exame que fornece uma representação gráfica, contendo dados temporais e morfológicos da atividade elétrica do coração. Ele se popularizou por ser um exame não-invasivo, relativamente barato, amplamente disponível, de rápida e fácil execução, permanecendo até hoje como um dos principais exames complementares na prática clínica diária, tendo elevada sensibilidade para o diagnóstico de diversas doenças, tanto no ambiente ambulatorial como em unidades de urgência e emergência (REIS *et al.*, 2013) (PASTORE *et al.*, 2019) (Magalhães, 2021).

O ECG impresso traz consigo uma série de obstáculos. Por ser impresso em papel térmico, a qualidade da impressão tende a cair com o passar dos anos. Outro ponto a ser citado é que a forma como os documentos são armazenados é muito importante, uma vez que esse exame precisa ser acessado periodicamente, para que se tenha o histórico de saúde do paciente. Em alguns casos, os exames impressos ficam sob posse somente dos pacientes, que são os responsáveis por armazenar e manter os documentos, entregando-os ao médico quando solicitados. Com isso, muitos registros podem ser perdidos ou danificados. Nos casos em que os registros são guardados nas unidades de saúde, surge a dificuldade no armazenamento devido ao espaço físico que ocupam e as condições que precisam ser mantidos para não serem danificados. Além disso, a troca de informações entre unidades de saúde têm se tornado muito importante, o que seria facilitado caso as informações estivessem num formato digital (PATIL; KARANDIKAR, 2017) (TUN; MOE; NAING, 2017).

Sendo assim, o objetivo deste projeto é adicionar ao aparelho analógico de ECG a função de compartilhamento de exames de modo digital, seja por PDF, DICOM ou JPG, através de um software instalado e integrado ao Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários (AGHU). Esse processo visa, auxiliar pesquisas clínicas e iniciativas de melhoria da qualidade, a redução de custos com eliminação da impressão

física do exame, permitir à equipe clínica visualizar os exames no prontuário eletrônico do paciente e resguardar toda a evolução do paciente, os dados clínicos e o histórico, a fim de evitar perdas ou danos aos exames. Tornar mais rápida e eficaz a realização de pesquisas clínicas e estudos epidemiológicos, fornecendo um banco de dados rico em informações cardiológicas, favorecendo a obtenção das imagens para profissionais médicos, pesquisadores, alunos da área da saúde e pacientes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram utilizados um equipamento Eletrocardiógrafo da marca Bionet, modelo Cardiocare 2000 de 12 canais, Notebook Acer, Roteador TP-Link EC220-G5 Wireless, Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários, Software EKG Viewer, Software BMS Server, Simulador de paciente - Handy Sim HS-30, com as amostras (exames previamente realizados) retirados dos computadores da cardiologia, sem necessidade de contato com paciente.

Iniciou-se o projeto com a realização de uma revisão bibliográfica sobre o processamento de imagens e modelos de softwares voltados para digitalização de ECG.

Realizou-se a instalação e configuração do software EKG Viewer e do software BMS Server indispensáveis para adicionar a função de digitalização ao equipamento até então analógico. O EKG Viewer é quem realiza a tradução dos sinais elétricos enviados pelo nosso coração em formato de gráfico, já o BMS Server é quem possibilita a conexão entre o computador e o aparelho de ECG. A partir da conexão direta entre notebook e aparelho de ECG, configurações e modificações de rede e IP foram necessárias para que o objetivo fosse atingido, configurações essas que possibilitaram a conexão entre as máquinas via cabo de rede crossover posteriormente evoluir para uma conexão via sistema de rede interno.

AMBIENTES DE REDE PARA INTERLIGAÇÃO DOS ELETROCARDIOGRAFOS BIONET

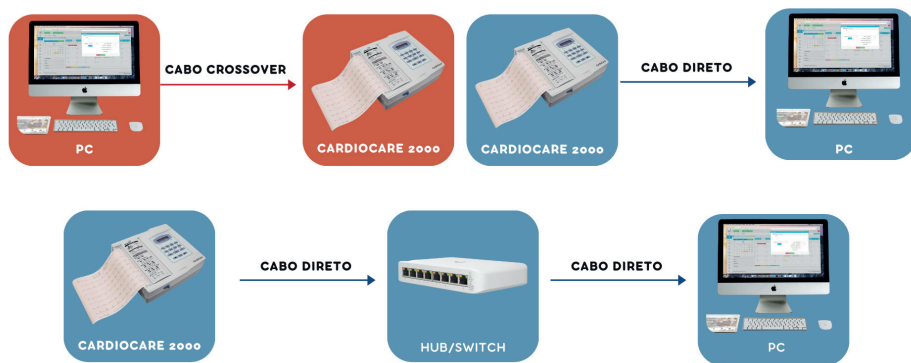


Figura 1. Modelos de interconexão PC - CARDIOCARE 2000

Fonte: Adaptado de Cardiocare 2000, Manual de Operações

Com a primeira etapa concluída, o próximo passo foi isolar um aparelho de ECG juntamente de um notebook, a fim de fazer testes sem a necessidade de atrasar os exames realizados no dia a dia do ambulatório. Com o intuito de aprimorar e garantir a segurança, todos os testes feitos com o Software foram por meio de um simulador de ritmo cardíaco, de forma direta entre máquina e máquina, sem a necessidade de testagem em humanos e animais.

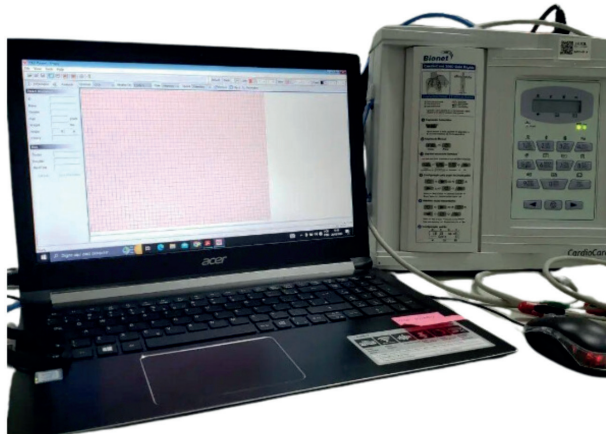


Figura 2. Notebook conectado ao Cardiocare 2000

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).



Figura 3. Simulador de ritmo cardíaco para testes.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Por conseguinte, juntamente com a equipe de TI, o módulo do AGHU foi implantado nos dois computadores disponíveis do ambulatório de cardiologia, permitindo ao operador do aparelho de ECG anexar ao sistema de armazenamento interno do hospital todos os exames realizados.

Após os primeiros testes com resultado positivo e satisfatório, realizou - se pequenos treinamentos individuais com a equipe de enfermagem que opera diariamente os aparelhos de eletrocardiograma, a fim de ensinar todo o passo a passo de utilização do software e sanar quaisquer dúvidas que viessem a surgir com o novo método de aquisição de imagem.

No momento atual, a implementação do método de digitalização do exame de eletrocardiograma, juntamente com o módulo de armazenamento interno via AGHU no ambulatório de cardiologia do HUOL, traz consigo diversos benefícios para o hospital universitário e seus pacientes.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os resultados do projeto de digitalização dos exames de eletrocardiograma no ambulatório de cardiologia do HUOL demonstraram avanços significativos em termos de eficiência operacional, acessibilidade dos registros médicos e qualidade do atendimento ao paciente. A implementação da digitalização dos exames permitiu uma integração eficiente com o prontuário eletrônico do paciente, proporcionando acesso rápido e fácil para a equipe médica, alunos, professores e garantindo uma melhor organização dos dados do paciente. Essa integração é fundamental para garantir uma gestão eficaz das informações clínicas, possibilitando uma tomada de decisão mais precisa e trazendo benefícios diretos ao paciente.

De acordo com o estudo de Li et al., (2022), a digitalização dos registros médicos é uma tendência crescente na área da saúde, devido aos seus benefícios potenciais em termos de eficiência operacional e qualidade do cuidado. Os resultados do nosso projeto corroboram com a tendência identificada no trabalho de Li, demonstrando que a integração dos exames de eletrocardiograma ao prontuário eletrônico do paciente resulta em uma redução significativa do tempo necessário para acessar e analisar os registros, permitindo uma resposta mais rápida às necessidades clínicas dos pacientes.

Quando comparado com os estudos de (GONZALEZ; WOODS, 2008) e (Regis, Caldeira & Gurjão, 2016) (Marques da Silva et al., 2019) observou-se que técnicas avançadas de processamento de imagens, como diferentes tipos de filtros, têm sido desenvolvidas para que a extração e análise precisa de sinais digitais de eletrocardiograma tenham menores chances de erro. Essas tecnologias desempenham um papel crucial na digitalização dos exames, permitindo uma captura precisa e confiável dos sinais cardíacos, o que é essencial para uma interpretação precisa pelos profissionais de saúde. Os estudos de González, Régis, Caldeirão e Gurjão estão em congruência com os resultados obtidos

em nossa pesquisa, visto que as respostas achadas durante nosso processo de trabalho estão alinhadas com o trabalho dos pesquisadores citados acima.

Além disso, a digitalização dos exames resultou em uma redução significativa dos custos operacionais associados à impressão física dos registros. Segundo o estudo de (Petmezas et al., 2022), a eliminação do uso de papel pode levar a uma economia substancial de recursos financeiros e materiais, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos recursos na área da saúde. Os resultados do nosso projeto são coincidentes com as conclusões dos pesquisadores citados, demonstrando que a digitalização dos exames de eletrocardiograma não só reduziu os custos operacionais, mas também contribuiu para a redução do impacto ambiental associado ao consumo de recursos naturais e à geração de resíduos.

A pesquisa de Galdino et al (2013) e , propõe grande contribuição social, visto que, seu trabalho tem alcance social com a diminuição na demanda de atendimentos dentro das redes hospitalares. A nossa pesquisa além de promover uma menor demanda no atendimento hospitalar, ademais, permite disponibilidade e facilidade para acessar os exames digitalizados torna mais rápida e eficaz a realização de pesquisas clínicas e estudos epidemiológicos, fornecendo um banco de dados rico em informações cardiológicas. O equipamento analógico convertido para digital via software conseguiu auxiliar os profissionais responsáveis a realizar os exames mais rapidamente, dar um melhor diagnóstico e também facilitou o acesso dos exames para alunos, professores, profissionais da saúde e pacientes.

A discussão desses resultados ressalta a importância da digitalização de registros médicos para a modernização dos serviços de saúde, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área. A integração dos exames de eletrocardiograma ao prontuário eletrônico do paciente representa um avanço significativo na prática clínica, proporcionando uma abordagem mais eficiente e sustentável para o armazenamento, consulta e pesquisa de informações médicas. Esses avanços têm o potencial de melhorar significativamente a qualidade do cuidado ao paciente, contribuindo para melhores desfechos clínicos e uma gestão mais eficaz dos recursos na área da saúde (Gomes, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado no que foi exposto acima, podemos concluir que:

- Os objetivos propostos foram plenamente alcançados, contribuindo de forma significativa para o avanço tecnológico no ambulatório de cardiologia.
- Implementação da Digitalização dos Exames. Os exames de eletrocardiograma agora são digitalizados diretamente nos equipamentos médicos, eliminando a necessidade de impressão em papel.

- Integração com o Prontuário Eletrônico. Os exames digitalizados são facilmente incorporados ao prontuário eletrônico do paciente no sistema AGHU, proporcionando acesso rápido e fácil para a equipe médica.
- Redução de custos e Impacto Ambiental. A eliminação da impressão física dos exames resultou em redução significativa de custos operacionais e contribuiu para iniciativas de sustentabilidade ambiental.
- A facilidade e disponibilidade de acesso aos exames de ECG, tornou mais rápida e eficaz a realização de pesquisas clínicas e estudos epidemiológicos, fornecendo um banco de dados rico em informações cardiológicas, favorecendo a obtenção das imagens para profissionais médicos, pesquisadores, alunos da área da saúde e pacientes.
- A digitalização dos exames de eletrocardiograma e sua integração ao prontuário eletrônico do paciente representaram uma mudança substancial na forma como os dados são coletados, armazenados e acessados pela equipe médica, além de proporcionar ao paciente uma melhor experiência de pós exame.

REFERÊNCIAS

Baldassarre, A., Mucci, N., Padovan, M., Pellitteri, A., Viscera, S., Lecca, L. I., Galea, R. P., & Arcangeli, G. (2020). The Role of Electrocardiography in Occupational Medicine, from Einthoven's Invention to the Digital Era of Wearable Devices. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 4975.

Boriani, G., & Vitolo, M. (2019). The 12-lead ECG: a continuous reference for the cardiologist. *Journal of Cardiovascular Medicine*, 20(7), 459-463.

Einthoven, W. (1902). Über die Form des menschlichen Electrocardiograms. *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1-3.

Galdino, K. E. (2013). SMAD-ECG, UM SOFTWARE PARA AUXÍLIO AO DIAGNÓSTICO ATRAVÉS DE ECG E PRONTUÁRIO. *Revista Brasileira De Inovação Tecnológica Em Saúde - ISSN:2236-1103*, 3(2).

Gomes, P. R. (2021). Sistema de laudos de eletrocardiograma: a importância de ferramentas de suporte à decisão. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical, Belo Horizonte, MG.

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). *Digital image processing*. Prentice Hall.

Li, E., Clarke, J., Ashrafian, H., Darzi, A., & Neves, A. L. (2022). The Impact of Electronic Health Record Interoperability on Safety and Quality of Care in High-Income Countries: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 24(9), e38144.

Magalhães, A. T. (2021). Extração de sinal digital de ECG utilizando técnicas de processamento de imagens. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

Marques da Silva, A. M., Patrocínio, A. C., & Schiabel, H. (2019). Processamento e Análise de Imagens Médicas. *Revista Brasileira de Física Médica*, 13(1), 34-48.

- Oliveira, G. M. M. de, Brant, L. C. C., Polanczyk, C. A., Malta, D. C., Biolo, A., Nascimento, B. R., ... Ribeiro, A. L. P. (2024). Estatística Cardiovascular – Brasil 2023. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*, 121(2), e20240079.
- Pastore, C. A., Samesima, N., Pereira, H. G., Tobias, N. M. M. de O., Madaloso, B. A., & Facin, M. E. (2019). Applicability of the Electro-Vectorcardiogram in Current Clinical Practice. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*, 113(1), 87–99.
- Patil, S., & Karandikar, S. (2017). A review of various methods used for ECG signal compression. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 2(6), 282-286.
- Petmezas, G., Stefanopoulos, L., Kilintzis, V., Tzavelis, A., Rogers, J. A., Katsaggelos, A. K., & Maglaveras, N. (2022). State-of-the-Art Deep Learning Methods on Electrocardiogram Data: Systematic Review. *JMIR Medical Informatics*, 10(8), e38454.
- Reis, H. F., et al. (2013). Eletrocardiograma: conceitos básicos e sua aplicação clínica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 100(4), 332-339.
- Regis, C. D. M., Caldeira, L. G., & Gurjão, E. C. (2016). Avaliação Da Amostragem Compressiva Em Sinais de ECG e Imagens Digitais. *Revista Principia*, 1(29), 95–104.
- Santos Neto, F., Pisani, C. F., Darrieux, F. C. D. C., Cirino, C. M. F., Hachul, D. T., Santos, A. M., ... Scanavacca, M. (2021). Validation of a Simple Electrocardiographic
- Algorithm for Detection of Ventricular Tachycardia. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*, 116(3), 454-463.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. (2020). Mortalidade por Doenças Cardiovasculares no Brasil.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Cardiômetro*. Disponível em: <http://www.cardiometro.com.br>. Acesso em: 03 abr. 2024.
- Tun, Z. M., Moe, K. T., & Naing, N. N. (2017). Digital Electrocardiogram System: A Review. *Electronic Physician*, 9(9), 5260-5267.
- Waller, A. (1887). A demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's beat. *The Journal of Physiology*, 8(5), 229-234.