



Sistema para identificação do nível de ativação muscular em pacientes sob reabilitação, utilizando técnicas de EMG, EDGE computing e IOHT

DOI: 10.56238/isevjhv1n4-008

Recebimento dos originais: 25/11/2022

Aceitação para publicação: 31/12/2022

Lucas de Araújo Wanderley Romeiro

Mestre em Engenharia Industrial; UFBA

lucas_romeiro@hotmail.com

Antonio Carlos Souza

IFBA

acsantossouza@gmail.com

RESUMO

A eletromiografia, os conceitos de transmissão de dados, leitura, análise e outras ferramentas utilizadas neste trabalho já são conhecidas e exploradas mundialmente. A eletromiografia já era utilizada em casos de avaliação de lesões há décadas, como aponta o artigo de Kugelberg (KUGELBERG, 1949). Algumas décadas depois, com o avanço da computação, impulsionado pela terceira revolução industrial (SALESFORCE, 2021), se viam artigos incorporando leituras EMG em computadores, como mostra Hodges (1996) e abriu campo para outras pesquisas (DE LUCA, 1997), até que começaram a tratar com mais inteligência os sinais lidos, implementando técnicas de processamento digital de sinais e permitindo assim classificar os sinais (CHOWDHURY, 2013). A novidade desta solução é a utilização de tecnologias robustas, atuais, de baixo custo e com o intuito de facilitar o acompanhamento de pacientes que estejam sob reabilitação muscular. Não existe um estudo voltado para este nicho ou equipamentos de mercado que preencham essa lacuna. A técnica utilizada para analisar os sinais EMG e integrar o resultado de uma leitura que o paciente fez em sua casa em tempo real com o médico que pode se encontrar em qualquer parte do mundo a qualquer momento, é o diferencial e está em alta com o surgimento dos dispositivos e pesquisas em IoHT e IoMT (RANI, 2020), (IANCULESCU, 2019) e (DOURADO, 2020). Assim, foi possível alcançar uma solução de baixo custo e moderna, que pode virar um aparelho de prateleira ou ajudar os médicos com seus pacientes, gerando engajamento, saúde, segurança e evolução tecnológica.

Palavras-chave: Ativação muscular, Reabilitação, IoHT.

1 INTRODUÇÃO

A eletromiografia, os conceitos de transmissão de dados, leitura, análise e outras ferramentas utilizadas neste trabalho já são conhecidas e exploradas mundialmente. A eletromiografia já era utilizada em casos de avaliação de lesões há décadas, como aponta o artigo de Kugelberg (KUGELBERG, 1949). Algumas décadas depois, com o avanço da computação, impulsionado pela terceira revolução industrial (SALESFORCE, 2021), se viam artigos incorporando leituras EMG em computadores, como mostra Hodges (1996) e abriu campo para outras pesquisas (DE LUCA, 1997), até que começaram a tratar com mais inteligência os sinais lidos, implementando técnicas de processamento digital de sinais e permitindo assim classificar os sinais (CHOWDHURY, 2013). A novidade desta

solução é a utilização de tecnologias robustas, atuais, de baixo custo e com o intuito de facilitar o acompanhamento de pacientes que estejam sob reabilitação muscular. Não existe um estudo voltado para este nicho ou equipamentos de mercado que preencham essa lacuna. A técnica utilizada para analisar os sinais EMG e integrar o resultado de uma leitura que o paciente fez em sua casa em tempo real com o médico que pode se encontrar em qualquer parte do mundo a qualquer momento, é o diferencial e está em alta com o surgimento dos dispositivos e pesquisas em IoHT e IoMT (RANI, 2020), (IANCULESCU, 2019) e (DOURADO, 2020). Assim, foi possível alcançar uma solução de baixo custo e moderna, que pode virar um aparelho de prateleira ou ajudar os médicos com seus pacientes, gerando engajamento, saúde, segurança e evolução tecnológica.

A solução proposta preenche inúmeras lacunas ao mesmo tempo. Ao propor um sistema de baixo custo, com processamento na borda da nuvem, com envio de dados remotamente ao médico, suporte remoto com dado científico de apoio à decisão clínica, acessibilidade, conectividade, etc.

Alguns fatores serviram como gatilho motivacional para a definição das características da solução. Pandemia de SARS-CoV-2, fator que dificulta a interação médico-paciente de forma segura. Isolamento social, o qual impossibilita o acompanhamento contínuo e pessoal do paciente. Dificuldade de integração segura Médico-Paciente devido a fatores de exposição, dificuldade de locomoção dos pacientes sob reabilitação motora. Diminuição do poder aquisitivo do Brasileiro (GEMAQUE, 2021) Dificuldade de acompanhamento e progresso consistente dos pacientes com dificuldade de deslocamento.

2 OBJETIVOS

Integrar tecnologias emergentes e desenvolver um sistema que tem processamento descentralizado (EDGE Computing) e trafegue dados importantes, reduzindo a necessidade de carga computacional. Processar sinais localmente em sistema embarcado. Conceber uma solução de baixo custo e com acurácia para utilização na medicina. Promover acessibilidade de tratamento eficaz a pacientes sob reabilitação.

3 METODOLOGIA

O equipamento é composto de uma unidade de processamento, chamada M5StickC®, o qual efetua leituras EMG de um sensor leitor de sinais Eletromiográficos instalados no músculo alvo. Ao pressionar o botão de início, o equipamento efetua leitura dos sinais gerados pela contração muscular e integraliza o sinal em um valor inteiro, este valor é constantemente atualizado para o valor de melhor performance e ao final da sessão, o paciente pressiona novamente o botão e confirma o envio ao médico. Neste momento o equipamento solicita que o paciente autorize o acesso à rede Wi-Fi pelo seu Smartphone e em seguida o equipamento se conecta na internet pelo roteador do usuário e envia duas

requisições, um GET HTTP para que o médico receba uma notificação em seu WhatsApp® e uma requisição POST HTTPS para o Google Sheets®, local que será salvo o histórico e gráfico do progresso do paciente para monitoramento médico e auxílio na instrução do paciente.

O software foi pensado para resolver o problema de locomoção e segurança que pacientes que se encontram sob reabilitação motora sofrem em decorrência dos efeitos intrínsecos às suas enfermidades neuro/musculares. Objetivando melhorar a qualidade de vida e segurança destas pessoas, foi proposto um sistema para aferir os sinais eletromiográficos emitidos pela contração muscular do membro que se encontra em recondicionamento. Estes sinais que também podem ser chamados de EMG, seriam coletados por um hardware embarcado e de baixo custo, para promover portabilidade e acessibilidade às famílias de baixa renda. Após a coleta destes dados o equipamento faria um processamento destes sinais e enviaria os resultados ao médico ou fisioterapeuta responsável pelo tratamento de recuperação. Em posse dos dados vindos do resultado dos exercícios e outras formas de tratamento, seria possível verificar o avanço ou retrocesso deste paciente em seu processo de reabilitação motora, assim o responsável pelo tratamento poderia efetuar ajustes, recomendações e assistir o paciente remotamente, com maior qualidade e frequência, podendo analisar o histórico do paciente. Assim, o sistema serviria também como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão médica.

As tecnologias utilizadas que foram incorporadas no SOFTWARE são:

- Comunicação Wi-Fi;
- Leitura de sinais EMG;
- Processamento digital de sinais;
- Técnicas de desenvolvimento para sistemas embarcados;
- Filtros de média móvel;
- Comunicação com servidores cloud (Google Sheets® e WhatsApp®);

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o posicionamento dos sensores no paciente e alimentar o equipamento, o mesmo exibe uma tela de funcionamento e orienta que pressione o botão para iniciar o exercício. Após pressionar o botão, o paciente fará seu exercício normalmente enquanto o equipamento registra e exibe valores adimensionais em seu visor, para acompanhamento do paciente. Neste momento o software começa a ler os sinais EMG do paciente, tratar estes sinais e salvar o valor médio medido ao final de cada minuto de exercício, Ao terminar o exercício, o paciente pressiona novamente o botão que paralisa a captura e tratamento dos sinais e solicita que o paciente sincronize o aparelho com seu smartphone, para que seja possível o acesso à uma rede Wi-Fi 2.4 Ghz, assim possibilitando o envio dos resultados ao Google Sheets® e uma notificação no WhatsApp® do seu médico ou terapeuta, o avisando que o paciente acabou de terminar uma sessão e os dados estão disponíveis para consulta.

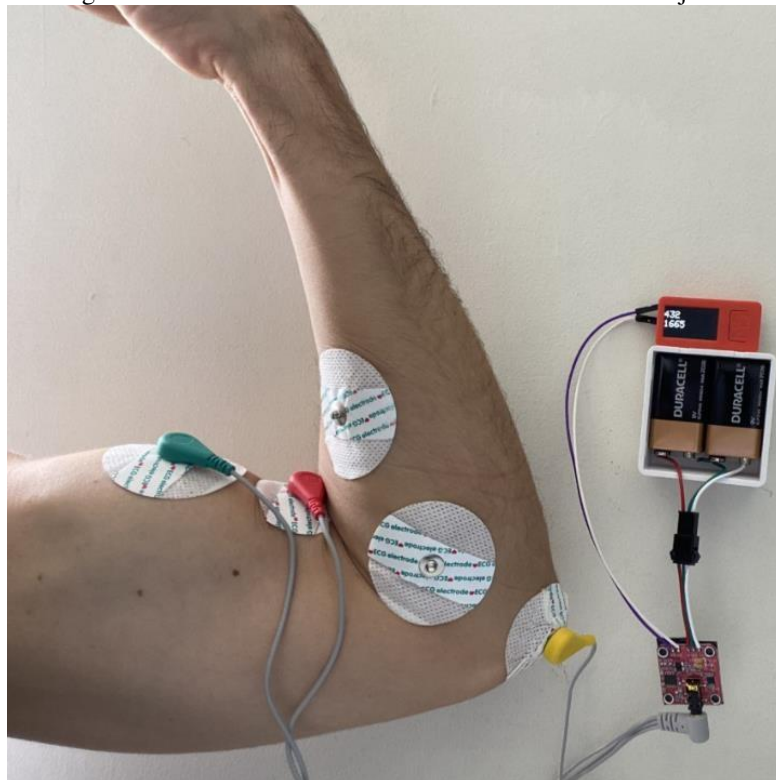
Funções do sistema:

- Aferir os sinais EMG gerados pelo musculo de pacientes;
- Interface com sensor;
- Processar os sinais localmante e tratar erros;
- Promover interface homem máquina;
- Indicar o sinal medido;
- Comunicar com o Google Sheets®;
- Fazer requisição ao WhatsApp®.

Para operar o equipamento o primeiro passo é colar os eletrodos no grupo muscular desejado. Eletrodo verde deve ficar acoplado no meio do musculo a ser aferido, eletrodo amarelo deve ser colocado na extremidade do musculo alvo e o eletrodo amarelo deverá ser colocado em parte não muscular. Conforme descreve a imagem abaixo.

Após posicionar os eletrodos, aliente o equipamento. Será apresentada uma tela de boas vindas, conforme exemplificado na Figura 01.

Figura 01: Posicionamento dos eletrodos no músculo desejado.



Fonte: Próprio Autor.

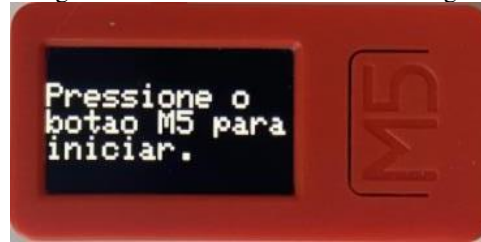
Após a tela de boas vindas, o equipamento aguardará que o usuário pressione o botão para iniciar as leituras dos sinais EMG, conforme a Figura 02 e Figura 03.

Figura 02: Imagem do M5StickC exibindo a tela inicial.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 03: Imagem do M5StickC exibindo a mensagem de espera.



Fonte: Próprio Autor.

Após pressionar o botão de início, o equipamento começa a aferir os sinais vindos da contração muscular do paciente e as exibir no display. Neste momento o equipamento faz o tratamento dos sinais e salva na memória interna. Quando o usuário terminar seus exercícios, deverá pressionar o botão novamente, assim o equipamento entenderá que a sessão finalizou! Conforme exemplificado na Figura 04.

Figura 04: Imagem do M5StickC exibindo o valor da medição.



Fonte: Próprio Autor.

Após finalizar a sessão o equipamento solicita que o usuário conecte com o aplicativo “ESP SmartConfig” para possibilitar acesso à internet ao equipamento, conforme é possível visualizar na Figura 05.

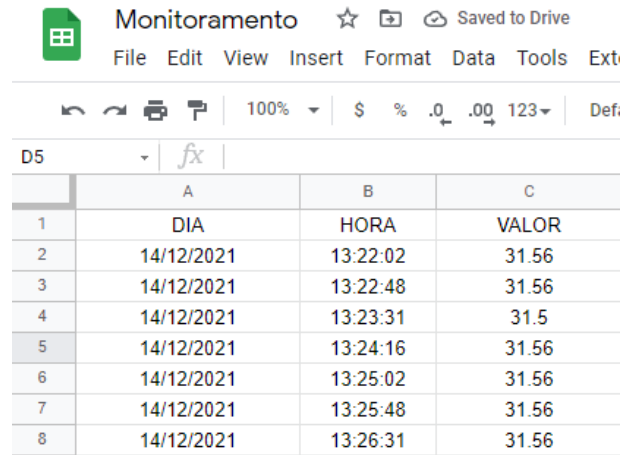
Figura 05: Imagem do M5StickC exibindo a solicitação de conectividade ao Aplicativo.



Fonte: Próprio Autor.

Após conectar o equipamento, o mesmo irá enviar os dados do paciente ao servidor do Google, em uma “Sheet” que o médico ou fisioterapeuta tenha acesso. Similar ao evidenciado na Figura 06.

Figura 06: Imagem dos dados na tabela do Google Sheets.



	A	B	C
1	DIA	HORA	VALOR
2	14/12/2021	13:22:02	31.56
3	14/12/2021	13:22:48	31.56
4	14/12/2021	13:23:31	31.5
5	14/12/2021	13:24:16	31.56
6	14/12/2021	13:25:02	31.56
7	14/12/2021	13:25:48	31.56
8	14/12/2021	13:26:31	31.56

Fonte: Próprio Autor.

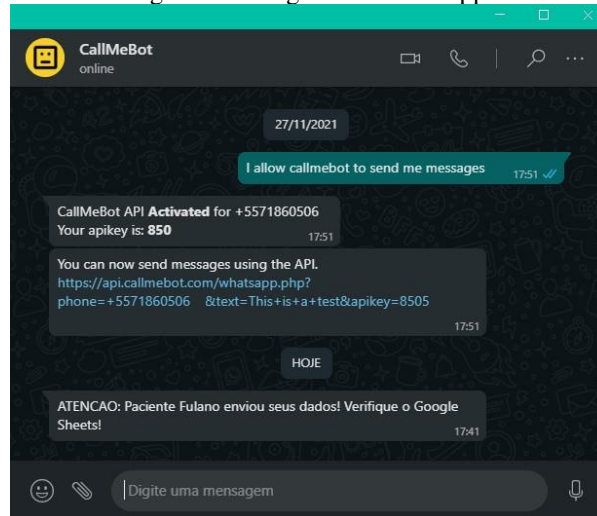
Após enviar com sucesso os dados para a planilha cadastrada, o equipamento apaga sua memória interna e envia uma requisição HTTP para o CallMeBot, que gera uma notificação no WhatsApp do profissional que acompanha o paciente, conforme pode ser apreciado nas duas figuras seguintes, Figura 07 e Figura 08.

Figura 07: Notificação do WhatsApp.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 08: Imagem do WhatsApp.



Fonte: Próprio Autor.

Por fim, após todas as comunicações serem feitas com sucesso, o equipamento emite um aviso ao paciente que os dados foram enviados e neste momento o equipamento poderá ser desligado. Como pode ser visto na Figura 09.

Figura 09: Imagem do M5StickC exibindo a mensagem de finalização.



Fonte: Próprio Autor.

5 CONCLUSÕES

Este é um produto da indústria biomédica que poderá revolucionar como a medicina e a reabilitação motora é tratada no mundo, uma vez que não é necessário que o paciente tenha contato físico com um profissional da saúde para que este profissional possa acompanhar sua reabilitação e condicionamento físico, protegendo, garantindo acessibilidade e promovendo conforto ao paciente. Todo o sistema já foi construído e testado, falta apenas a etapa de validação da integralização dos sinais EMG segmentados e atualização constante destes valores, as demais partes do projeto já estão desenvolvidas e aguardando a finalização desta etapa para unir e finalizar a proposta.



REFERÊNCIAS

- CHOWDHURY, Rubana H. et al. Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors*, v. 13, n. 9, p. 12431-12466, 2013.
- DE LUCA, Carlo J. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of applied biomechanics*, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.
- DOURADO, Carlos MJM et al. An open IoHT-based deep learning framework for online medical image recognition. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 39, n. 2, p. 541-548, 2020.
- GEMAQUE, Adrimauro. A pandemia agravou a desigualdade de renda e a pobreza no Brasil. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/05/21/a-pandemia-agravou-a-desigualdade-de-renda-e-a-pobreza-no-brasil/>. Acesso em: 7 set. 2021.
- HODGES, Paul W.; BUI, Bang H. A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control*, v. 101, n. 6, p. 511-519, 1996.
- IANCULESCU, Marilena et al. IoHT and edge computing, warrants of optimal responsiveness of monitoring applications for seniors. A case study. In: 2019 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS). IEEE, 2019. p. 655-661.
- KUGELBERG, Eric. Electromyography in muscular dystrophies: Differentiation between dystrophies and chronic lower motor neurone lesions. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, v. 12, n. 2, p. 129, 1949.
- RANI, S. Sheeba et al. Optimal users based secure data transmission on the internet of healthcare things (IoHT) with lightweight block ciphers. *Multimedia Tools and Applications*, v. 79, n. 47, p. 35405-35424, 2020.
- SalesForce. O que é Quarta Revolução Industrial? [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.salesforce.com/br/blog/2018/Janeiro/O-que-e-Quarta-Revolucao-Industrial.html>. Acesso em: 1 dez. 2021.