

Low Cost Smartband to Prevent COVID-19

Davi Carnauba de Lima Vieira, and Gregory Arthur de Almeida Carlos, Member, IEEE,
and Jose Irineu Ferreira Junior

Abstract—According to the World Health Organization (WHO) and the Brazilian National Health Surveillance Agency (Anvisa), one of the main means of contagion in the second wave of contamination by the coronavirus (COVID-19) is the hands. Every moment, the hands are used to greet people and handle objects, but shortly thereafter, it is common to use them to touch the face. Such an involuntary action can take all kinds of harmful agents into our bodies. Hence, this work aims to present and share the development of a low cost bracelet that helps the user not to touch the face with the hands. As a result, it is expected to reduce the spread of this virus through this type of contagion. For this, the bracelet monitors the position of the hands and issues an alert when it detects the approach of the hand to the face as a warning to the user not to do this. Initially, a first prototype was made to observe local public (state of Alagoas-Brazil) interest in the product. This way, there were a positive feedback from public. The sequence of the project was extended in the development of the product such a way that it can be used by the final public in risky regions. Due to its low cost, this bracelet can be used by people from underdeveloped countries like Brazil, and countries in Africa to stop practicing this harmful habit for their health. In this sense, some financial grants for Humanitarian relief efforts can be considered. Thanks to government funding, 500 bracelet units are being made for donation to the state of Alagoas, Brazil. It is important to mention that the objective of this work is not to replace the existing preventing methods, but to offer a bracelet proposition to come as an extra support to reduce even more that risk to contract COVID-19. Hence, the solution can be added with all other existing in order to decrease even more the chances of contracting COVID-19. Therefore, the social distance, the use of masks and a good hand hygiene are still the safest way to avoid COVID-19. However, our bracelet can help people to avoid the eye touching, such habit can lead to COVID-19 that traditional low cost cotton masks do not protect and is more comfortably for hours of use than face shields.

Index Terms—COVID-19, Smartband, Low cost.

I. INTRODUÇÃO

Com base nas recomendações da ANVISA e OMS, observou-se que um dos principais meios de contágio do coronavírus-19 (COVID-19) está nas mãos. Adicionalmente, o protocolo de medidas preventivas para evitar o contágio enfatiza os cuidados que devem ser tomados com a higiene das mãos para impedir que o vírus, uma vez em mãos contaminadas, possa se infiltrar na via oral, respiratória ou ocular.

D. Vieira, G. Carlos, and J. Junior are with Federal Institute of Alagoas (IFAL), campus of Satuba, Palmeira dos Índios, and Arapiraca, respectively. They are collaborating thought the Dean of Research, Graduate Studies and Innovation (PRPPI) of IFAL, 57035-350 Brazil. e-mail: (davi.carnauba@ifal.edu.br / gregory.carlos@ifal.edu.br).

This work has been supported in part by a research grant call from The National Council of Institutions of the Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education (Conif) n1/2020 of research projects facing the pandemic caused by the new Coronavirus - SARS-CoV-2 in Brazil.

Para se ter uma ideia, uma eventual ação involuntária, muito comum na vida cotidiana, é a de que o ser humano está sempre tocando seu rosto com as mãos. De fato, um estudo na Austrália [1]–[3] relatou que estudantes de medicina continuavam tocando o rosto pelo menos 23 vezes por hora, o que incluía contato frequente com a boca, nariz e olhos. Assim, mesmo com uma máscara existe o risco de levar as mãos contaminadas aos olhos. Devido à alta temperatura, em países como o Brasil, esse número pode ser significativamente maior. Além disso, de acordo com o porta-voz da OMS, existe uma tendência de que, se a máscara de proteção facial não for colocada corretamente, o usuário poderá ter uma tendência a tocar o rosto com mais frequência, permitindo que o vírus entre no corpo através das mucosas nos olhos, nariz e boca. Assim, equipamentos de baixo custo, como a pulseira proposta neste trabalho, podem contribuir para mitigar e reduzir as chances de um indivíduo levar as mãos ao rosto uma vez que a máscara isoladamente não protege os olhos. Algumas tendências e maiores destaques sobre prevenção podem ser observados em [4].

Portanto, enquanto uma vacina não for aprovada para uso em massa, uma segunda onda de COVID-19 surge como uma preocupação a ser levada em consideração. De fato, países como Coreia do Sul e China aparentemente estão começando a iniciar uma segunda onda (ou seja, casos de COVID-19 voltando a ser confirmados). Logo, tal caso de pandemia caracteriza-se como um sistema complexo para lidar hoje em dia, por envolver não apenas a saúde, mas também problemas econômicos e políticos a serem tratados. Países como a Nova Zelândia, onde a economia, política, saúde são favoráveis e colaboram entre si, espera-se que os efeitos da pandemia sejam mais brandos. No entanto, essa não é a perspectiva para muito muitos países no mundo. Por exemplo, países localizados na África e países localizados na América do Sul podem ser afetados com mais intensidade (mais taxa de mortes/mil pessoas) e sofrer mais danos econômicos (reação lenta) se comparados aos outros países.

Assim, os problemas do COVID-19 estão impulsionando pesquisas em muitas áreas para contribuir de alguma forma com mecanismos ou soluções para reduzir os danos (mortes ou sequelas) desse vírus pandêmico [1], [4]–[15]. Algumas contribuições focam na primeira onda, tratando com dados estatísticos, ventiladores mecânicos, inteligência artificial e assim por diante. Outras contribuições estão focadas em uma segunda onda devido à incerteza de uma vacina eficaz que pode ser aplicada em massa na população. Este artigo concentra-se no desenvolvimento de uma solução baixo custo e acessível para qualquer interessado em replicá-la ou melhorá-la. Tal solução é adequada para países que sofrem com baixos índices de saúde pública e sua economia é muito limitada. Além disso, é atrativa

para certas regiões de países, com dimensões continentais, onde algumas cidades e estados sofrem mais que outras com relação a esses aspectos.

Este trabalho propõe uma pulseira de baixo custo para evitar o COVID-19. Tal solução foi testada em uma primeira versão e aprimorada para uma segunda versão a qual é detalhada neste artigo. Também é destacada uma solução que pode ser obtida pelo lixo eletrônico (versão/modelo 1), onde os autores acreditam que pode ser útil para países/regiões extremamente pobres. Os principais recursos de hardware da pulseira de baixo custo baseiam-se em um microcontrolador de fácil acesso (da família PIC de microchip), em um sensor tipo acelerômetro, em um motor dc e em alguns circuitos integrados e componentes de fácil aquisição. O software foi implementado na linguagem C com tratamento de ponto fixo, onde a parte principal do algoritmo fora implementada com a Rede Neural Recorrente de Jordan. O protótipo foi testado e validado para fins de validação das fundamentações teóricas.

II. PULSEIRA BAIXO CUSTO PROPOSTA

Nesta seção, os principais aspectos e conceitos do sistema proposto da pulseira são brevemente introduzidos e discutidos.

A. Descrição do Sistema

Na Fig. 1 tem-se as principais partes do sistema em forma de diagrama de blocos. Os principais dispositivos são:

- **Acelerômetro:** usado para detectar os movimentos das mãos. Esse sensor é bem conhecido e pode ser facilmente encontrado em dispositivos móveis (por exemplo, smartphones, smartwatches e GPS);
- **Microcontrolador:** responsável pela aquisição dos sinais do sensor, processo através de um algoritmo/código para ativar ou não o motor.
- **Motor DC:** atuador responsável por transferir a energia do circuito eletrônico para o pulso, a fim de alertar a pessoa para não tocar no rosto.

A combinação desses dispositivos permite prever os movimentos das mãos e alertar o usuário com antecedência para evitar tocar no rosto. Esta tarefa pode ser realizada usando *smarthwatches* comerciais. No entanto, devido ao alto custo e à necessidade de ter duas unidades por pessoa (uma para cada pulso), decidiu-se desenvolver um produto mais acessível em vez de um aplicativo dedicado. Assim a pulseira proposta apresenta baixo custo principalmente considerando que seriam duas unidades por pessoa. Dessa forma, países e sociedades com recursos financeiros baixos/limitados poderão considerar o sistema proposto. No entanto, uma vez que o sistema proposto (primeira abordagem) é testado para uma grande escala de pessoas, o desenvolvimento de um algoritmo para fornecer portabilidade a dispositivos existentes é mais simples (ou seja, pessoas que já possuem um *smartwatch* podem ter uma atualização de software para implementar funcionalidades para impedir a COVID-19).

Na Fig. 2 tem-se o design do *case* (caixa/estojo) para a pulseira proposta (modelo 2). A geometria do *case* feita no Software pode ser observada na Fig. 2(a) onde Fig. 2(b)

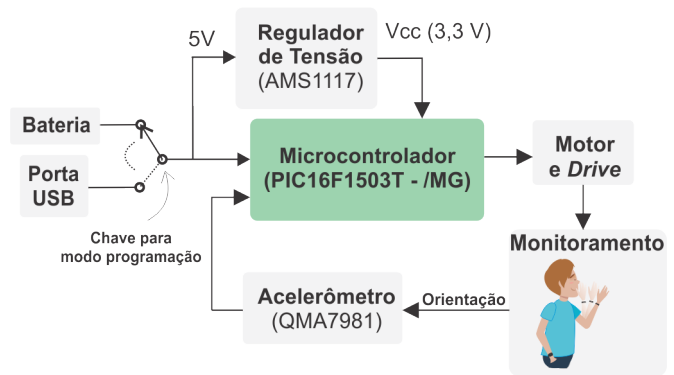


Fig. 1. Diagrama de Blocos do Sistema.

mostram a pulseira proposta após impressão em uma impressora 3D e na Fig. 2(c) pode-se observar a última versão confeccionada com a placa de circuito impresso.

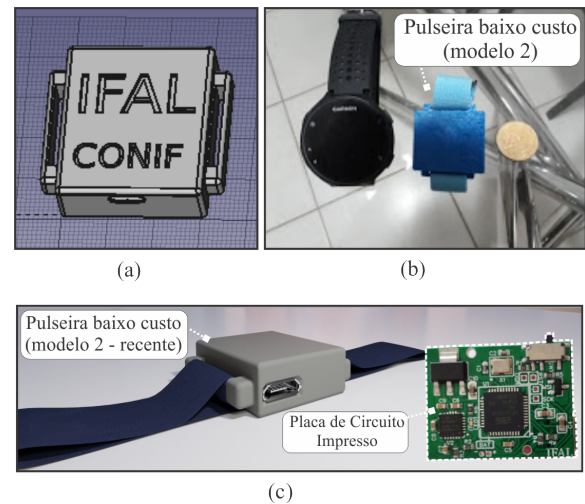


Fig. 2. O design 3D da caixa de pulseira/pulseira. (a) Vista 3D no simulador. (b) Case (caixa/estojo) impresso da segunda versão (V2.0) da pulseira na cor azul. (c) Versão final da pulseira com destaque para placa de circuito impresso confeccionada.

1) *Modelo 1 (V-one):* O modelo 1 é adequado para quem estiver interessado em criar sua própria pulseira de baixo custo levando em consideração o conceito de lixo eletrônico. Na Fig. 3, tem-se registros da primeira versão da pulseira desenvolvida (modelo 1).

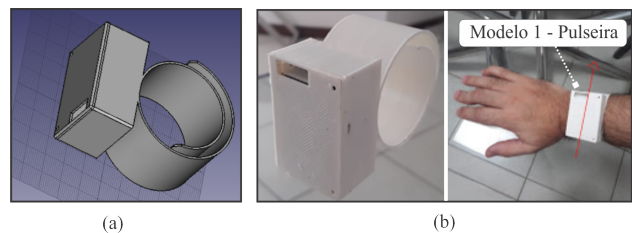


Fig. 3. Pulseira proposta (primeira versão - modelo 1). (a) Visão 3D no simulador. (b) Pulseira (modelo 1) após confecção pela impressora 3D.

2) *Modelo 2 (V-two):* Após sugestões/críticas das pessoas sobre o primeiro modelo, uma versão menor, otimizada e

confiável foi iniciada para ser testada, mantendo a premissa de baixo custo. A parte física/hardware da pulseira proposta (vide Fig. 2(b)) foi implementada basicamente com: *i*) um acelerômetro QMA7981 para monitorar movimentos da mão, *ii*) um microcontrolador PIC16F1503 com clock em 20MHz, responsável para aquisição de dados e execução do algoritmo.

Outros componentes importantes a serem mencionados incluem: *i*) bateria recarregável de 3.7V com capacidade de 200 mAh, *ii*) motor de micro vibração de 3.3V e corrente máxima de 100 mA, *iii*) regulador de tensão de 3.3V, *iv*) capacitores, *v*) LED, *vi*) resistores, *vii*) conector micro USB, *viii*) motor dc.

O *case* (estojo/caixa) que abriga a parte eletrônica do produto foi modelado no computador e impresso por meio de uma impressora 3D, vide Fig. 4. A impressora 3D considerada é Anet modelo A8 e o software de para o desenho 3D considerado foi o Cura. Aproximadamente 5g de plástico foram usados para fabricar cada *case*. O tempo de impressão para uma unidade leva aproximadamente 20 minutos.

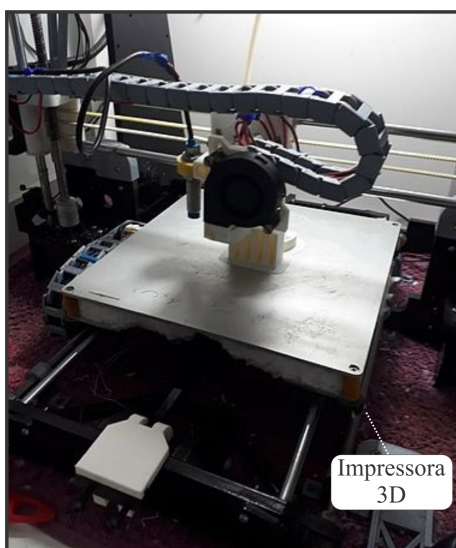


Fig. 4. Impressora 3D utilizada no trabalho (Anet A8).

III. DESCRIÇÃO DO SOFTWARE DO SISTEMA

A. Modelo de Algoritmo Usado

Neste artigo, uma Rede Neural Recorrente (RNN) [16] foi considerada prever certos movimentos das mãos que podem indicar um eventual toque no rosto. Para isso, os dados gerados pelo acelerômetro (sensor) são usados para monitorar a posição da mão e alimentar a entrada da rede. A Fig. 5 descreve a orientação adotada deste sensor no pulso direito do usuário.

A previsão de movimentos das mãos é necessária para avisar com antecedência sobre certos eventos que podem indicar o toque no rosto. O uso da RNN é interessante nesse tipo de problema, pois esses gestos consistem em uma sequência de eventos menores que ocorrem ao longo do tempo, algo que uma Rede Neural Multicamada Perceptron (MLP) padrão é incapaz de prever com a mesma eficiência que a RNN [17]. A escolha desse tipo de rede se deve à sua simplicidade e baixo

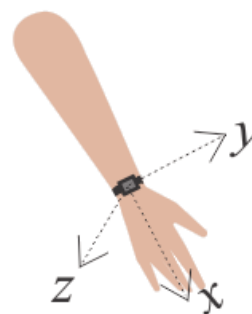


Fig. 5. Orientação do acelerômetro no braço direito do usuário.

custo computacional em termos de uso e processamento de memória. Esses recursos desempenham um papel importante nesse tipo de projeto, onde esses recursos são limitados.

Em nosso modelo, a camada de entrada é estimulada pelo acelerômetro, que, por sua vez, propaga esses estímulos pelas outras camadas até atingir a camada de saída que produz o resultado final. Esse resultado indicará se a sequência de movimentos executados pelo usuário é um gesto que resultará em um toque no rosto ou não. A Fig. 6 descreve a estrutura da RNN usada neste trabalho.

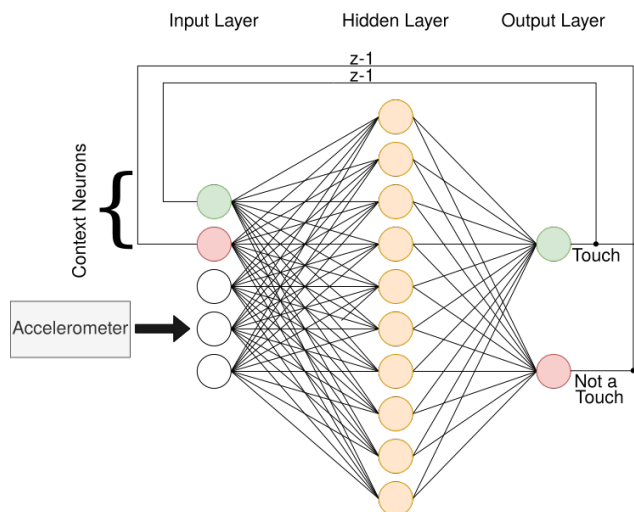


Fig. 6. RNN with 3 input neurons, 2 context neurons, 1 hidden layer with 10 neurons and 2 output neurons.

A rede projetada possui 3 neurônios de entrada que recebe os dados do acelerômetro normalizados com valores entre 0 e 1, 2 neurônios de contexto responsáveis pela realimentação global da rede, 1 camada oculta com 10 neurônios e 2 neurônios de saída. A saída destes 2 últimos neurônios são utilizados para realimentar a rede com um atraso de tempo unitário.

Outra função de ativação é utilizada no lugar das tradicionais sigmóide e tangente hiperbólica para se evitar cálculos complexos e, assim, obter ganhos em desempenho e memória. No presente trabalho optou-se por utilizar a função de ativação Parametric Rectified Linear Unit (PReLU) [18] descrita na

Equação 1.

$$f(x) = \begin{cases} \alpha x, & \text{se } x \leq 0 \\ x, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (1)$$

B. Treinamento da RNN

Para treinar este tipo de rede, primeiro deve-se coletar os dados do acelerômetro enquanto é realizado gestos de toque ao rosto. O resultado deste processo será uma sequência de leituras do acelerômetro. No entanto, esta estratégia produz sequências longas que podem dificultar a aprendizagem da rede. Para facilitar o treinamento, apenas os dados de movimentos que estão a uma distância ρ do rosto serão utilizados.

A Figura 7 mostra movimentos habitualmente gesticulados pelas mãos e outros de toque ao rosto. A esfera de raio ρ representa a região crítica próxima ao rosto. Apenas os movimentos dentro desta região ativam a RNN para previsão do gesto. Para determinar se um movimento está próximo do rosto, utilizamos a distância euclidiana definida por:

$$(acc_x - \mu_x)^2 + (acc_y - \mu_y)^2 + (acc_z - \mu_z)^2 \leq \rho^2 \quad (2)$$

onde μ é o centro dos pontos representados pelos pontos vermelhos da Fig. 7 e acc é a leitura corrente/atual do acelerômetro. Para poupar recursos do microcontrolador evitou-se utilizar as funções **pow** e **sqrt**.

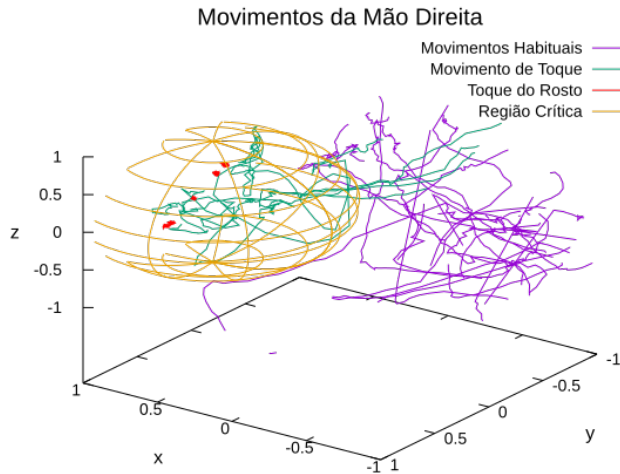


Fig. 7. Movimentos aleatórios e de toque ao rosto. A esfera de raio ρ define o espaço de ativação da RNN.

Uma vez que os exemplos destas duas classes de movimentos sejam separados e rotulados, a rede neural é treinada. A Tabela I mostra os dados de treinamento após a coleta e pré-processamento. Para o treinamento, os dados foram divididos em dois grupos: i) um de treinamento e ii) outro de validação. O conjunto de exemplos de validação é utilizado no fim de cada época para evitar o *overfitting* da rede [17].

TABLE I
DADOS DE TREINAMENTO E VALIDAÇÃO

	Positivo	Negativo	Total
Treinamento	4436 (45%)	5448 (55%)	9884 (100%)
Validação	3572 (57%)	2588 (43%)	6161 (100%)

IV. DESCRIÇÃO DO HARDWARE DO SISTEMA

As principais partes do hardware consistem em: i) microcontrolador, ii) sensor (acelerômetro), iii) sistema de acionamento para o motor dc e iv) regulador de tensão, o mesmo encontrado no kit de desenvolvimento do arduino. A Fig. 8 mostra o layout da placa de circuito impresso (PCI) do modelo 2 da pulseira. Note que fora considerado uma PCI de camada dupla para reduzir o tamanho físico da placa. O design da PCI foi implementado na plataforma EasyEDA, a qual é apropriada para emular e simular circuitos eletrônicos bem como projetar layout de placas. O tamanho final da PCI ficou em torno de 20x15mm (vide Fig. 8(a)). A vista correspondente em perspectiva 3D pode ser observada na Fig. 8(b). Para maiores detalhes, pode-se fazer o download do projeto bem como os arquivos Gerber em [19], [20]. Na Fig. 8(c) pode-se observar as vistas da PCI após processo de confecção.

O diagrama eletrônico da PCI apresentada anteriormente pode ser observado de acordo como o esquemático apresentado na Fig. 9. Qualquer interessado pode facilmente replicar de acordo com seu próprio caso.

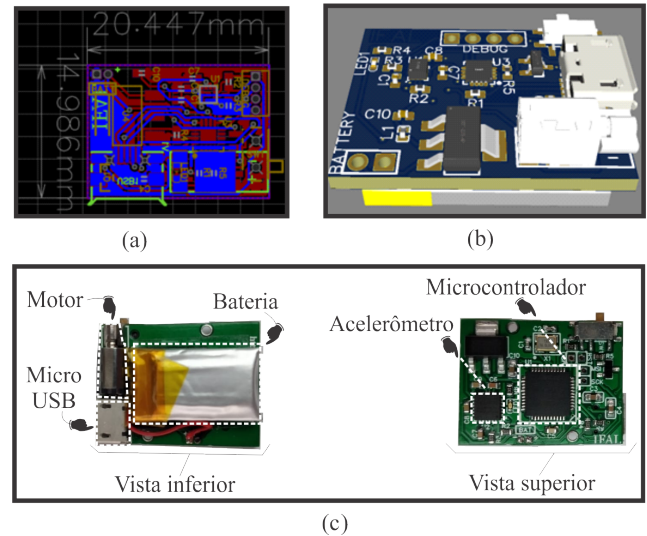


Fig. 8. Placa de circuito impresso (PCI) para o segundo modelo da pulseira. (a) Visão do Layout 2D. (b) Visão 3D. (c) Vistas da PCI confeccionada.

V. ESTIMATIVA DE CUSTO

No desenvolvimento da pulseira, modelo 2, considerando os componentes eletrônicos atendendo a proposta de uma pulseira baixo custo, obteve-se um custo estimado inferior a um dólar por unidade produzida. Para quantificar as peças mais caras, os principais componentes e dispositivos eletroeletrônicos estão listados na Tabela II. Vale ressaltar que os custos de frete/impostos não são considerados nesta tabela, assim

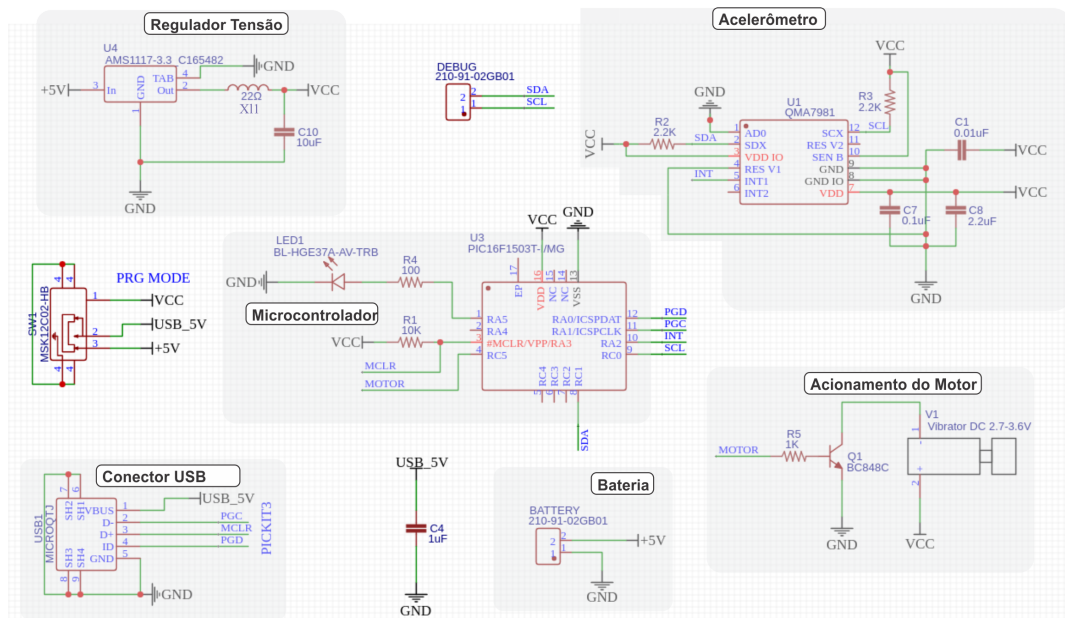


Fig. 9. Esquemático do circuito. Para maiores detalhes de atualizações e melhorias do projeto, favor verificar em [20].

TABLE II
ESTIMATIVA DE CUSTO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS POR UNIDADE PRODUZIDA*

Componente	Qtde.	Qtde. Mín.	Preço Unitário (US\$)
Multilayer Ceramic Capacitors MLCC - SMD/SMT 1uF 10V 0402 RoHS	1	3,000	0.002557
Multilayer Ceramic Capacitors MLCC - SMD/SMT 100nF 16V 0402 RoHS	1	3,000	0.000691
Multilayer Ceramic Capacitors MLCC - SMD/SMT 2.2uF 50V 0402 RoHS	1	3,000	0.001169
Multilayer Ceramic Capacitors MLCC - SMD/SMT 10uF 6.3V 0402 RoHS	1	1,500	0.006957
Multilayer Ceramic Capacitors MLCC - SMD/SMT 10nF 50V 0402 RoHS	1	3,000	0.001494
Toggle Switches SMD RoHS	1	1,000	0.028963
Low Dropout Regulators(LDO) positive Fixed 1.4V @ 1A 18V 3.3V 1A SOT223 RoHS	1	1,000	0.024919
Motion Sensors - Accelerometers LGA-12 RoHS	1	1,000	0.241818
Chip Resistor - Surface Mount 10Kohms $\pm 1\%$ 1/16W 0402 RoHS	1	3,000	0.000624
Chip Resistor - Surface Mount 2.2Kohms $\pm 5\%$ 1/16W 0402 RoHS	2	3,000	0.000453
Chip Resistor - Surface Mount 1Kohms $\pm 1\%$ 1/16W 0402 RoHS	1	3,000	0.000645
Light Emitting Diodes (LED) Red 627 637nm 50med 0402 RoHS	1	1,500	0.011642
USB Connectors SMD RoHS	1	1,000	0.015843
MICROCHIP 16F1503T-1/MG QFN-16 3x3x05P RoHS	1	1,000	0.437325
Transistors NPN 100mA 30V SOT-23(SOT-23-3) RoHS	1	1,000	0.005303
Ferrite Beads 5 Ω @100MHz 500mA 0402 RoHS	1	1,000	0.005705
Total			0.786561

*Nota: preços estimados no site www.lscs.com (Em Maio de 2020).

como os 5g de plástico (que podem ser recebidos por doação) que, neste caso, foram considerados custos desprezíveis para produção em larga escala. Pela estimativa de custo, a unidade de microcontrolador corresponde a aproximadamente 55% do custo total seguido do custo do motor dc (30% do custo total).

VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o treinamento e validação do modelo, foi utilizada a estratégia de *cross-validation* [21]. Nesta estratégia, o conjunto de dados de treinamento é dividido em 10 subconjuntos, onde 9 são utilizados para treinamento e 1, que não é apresentado, é utilizado para verificar o desempenho. Posteriormente, este conjunto de teste passa a ser de treinamento e um outro subconjunto, ainda não escolhido, é utilizado para teste. Este processo é repetido 10 vezes. A cada nova repetição os pesos da rede são reinicializados com valores entre 0 e 1. Utilizamos o algoritmo *backpropagation* [22] para treinar a rede neural.

A Figura 10 mostra o resultado no treinamento da rede neural para identificar os gestos de toque ao rosto realizados pelo usuário. A rede utilizada alcançou uma taxa de acerto de 82%. A taxa de erro de 18% é aceitável, uma vez que um falso-positivo não será nada mais que um aviso silencioso.

Uma vez concluído o treinamento, os pesos da rede são extraídos e utilizados na rede neural contida no microcontrolador. Alguns cuidados foram tomados para poupar recursos do microcontrolador, tais como o uso de dados de ponto fixo ao invés de ponto flutuante [23]. Este último requer uma quantidade maior de memória e tempo de processamento.

Na Fig. 11 pode-se observar resultados de testes de validação de um app desenvolvido. Assim, os usuários podem fazer ajustes pessoais na pulseira, tais como sensibilidade e ajuste da força do motor. Para usuários avançados, pode-se substituir os pesos da rede caso se necessário. Esta funcionalidade é apresentada como um suporte adicional para

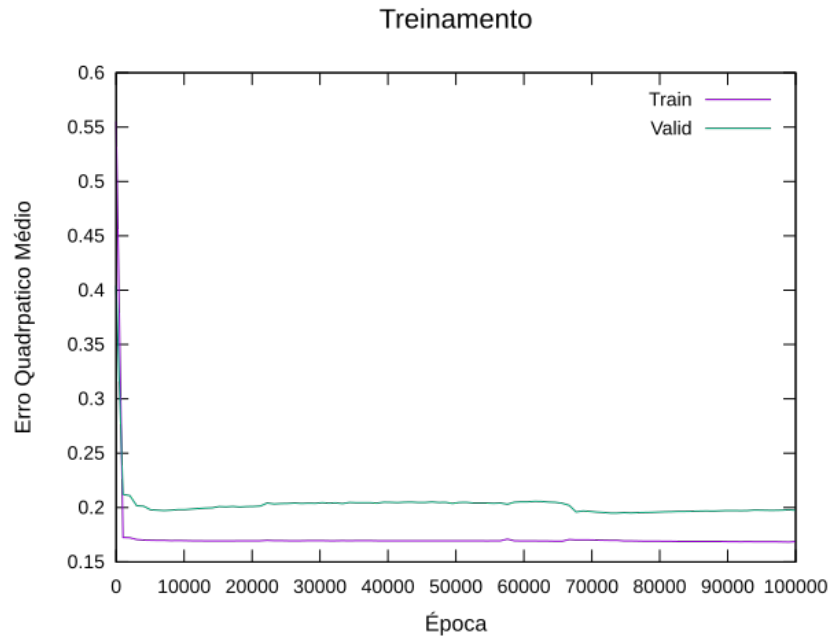


Fig. 10. Resultado de teste experimental. Resultado do treinamento Online e validação da RNN ao longo de 100,000 épocas.

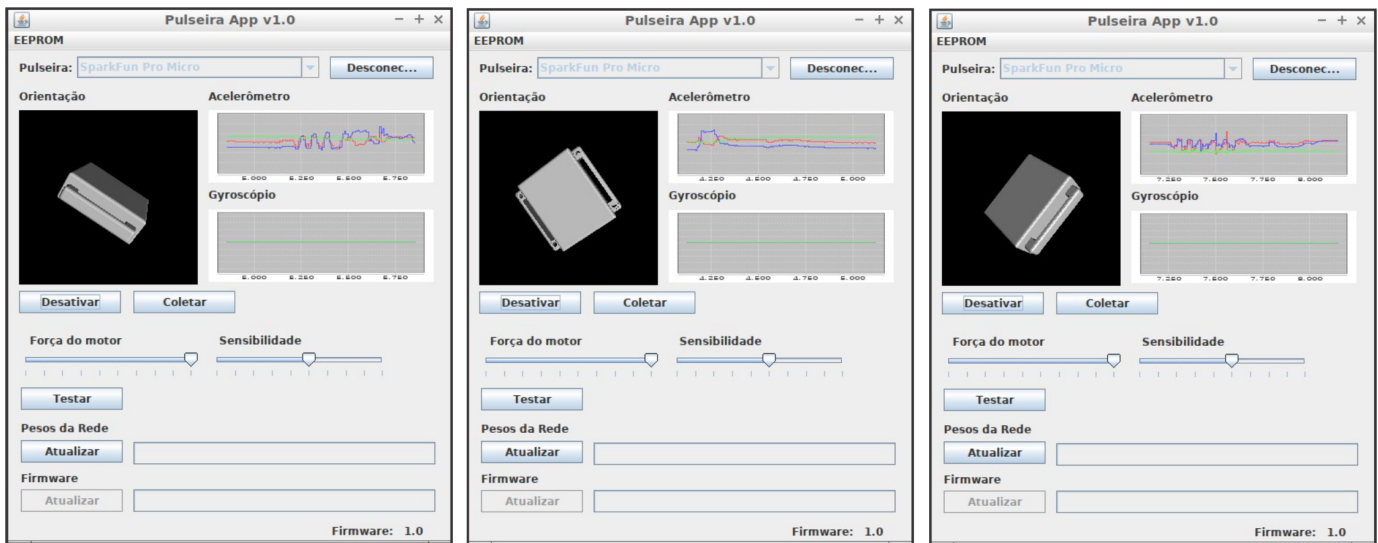


Fig. 11. Resultado de teste experimental. App desenvolvido para testes e ajustes da pulseira. código fonte disponível no repositório do projeto.

os usuários. Na Fig. 11, as curvas em linha verde, vermelha e azul, correspondem às orientações dos eixos x, y, e z do acelerômetro.

VII. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma pulseira de baixo custo que alerta o usuário para os gestos de toque no rosto. É importante notar que deve-se usar uma pulseira em cada pulso. Espera-se que, com este dispositivo, os usuários reduzam os toques involuntários das mãos no rosto para mitigar os efeitos contra a chamada segunda onda do COVID-19. Mediante desempenho e desdobramentos futuros bem como futuras parcerias, pode-se incluir uma extensão do algoritmo para atualização em *smartband* e *smarthwatches* para o monitoramento devido à

COVID-19. A rede neural projetada foi capaz de resolver a tarefa designada com uma taxa de sucesso de 82%. O uso de dados de ponto fixo para armazenar pesos de rede reduziu o uso de memória em 75%. Foi apresentada uma estimativa de custo por unidade produzida, em que o custo total estimado para componentes eletrônicos mostrou-se atrativo. Vale notar que aproximadamente 50% do custo total concentra-se no microcontrolador.

É importante destacar que a pulseira baixo custo apresentada aqui tem como motivação oferecer um produto tangível de código aberto para populações de baixa renda para obtenção de uma amostra ou certas unidades do produto. Adicionalmente, a pulseira não substitui as ações de outros métodos como máscaras mas sim como um complemento uma vez que

apenas as máscaras não protegem a região dos olhos. Com o apoio financeiro do governo Brasileiro e do IFAL, está em processo de produção/desenvolvimento cerca de 500 unidades de pulseiras para doação no estado de Alagoas, Brasil.

APPENDIX A

REPOSITÓRIO DO PROJETO DA PULSEIRA E MAIORES DETALHES C/ E-LIXO

Algumas informações extras podem ser encontradas no repositório do projeto. Além disso, é recomendado acompanhar melhorias e atualizações do projeto, verificando isto em <http://gitlab.devtag.com.br/davi/pulseira-covid19> e esquemáticos e detalhes da placa de circuito impresso em <https://easyeda.com/davi.carnauba/pulseira-anticoronavirus>.

A primeira versão/modelo foi considerada com algumas partes adaptadas do lixo eletrônico (E-Lixo). Por exemplo, o motor dc pode ser encontrado nos controladores de videogame (XBox one ou similares) ou mesmo nos telefones celulares. Um circuito de proteção de bateria, se necessário, pode ser encontrado em uma bateria MP4 que não funciona mais. Uma bateria de 3,7V pode ser encontrada em brinquedos antigos. Para o sensor, um MPU6050 (ou MPU9250) que, se não puder ser encontrado com facilidade, existem muitos vendedores de escudos de Arduíno que o fornecem a um preço justo. O microcontrolador também pode ser implementado com o Arduíno Pro-Mini. Mais detalhes e informações podem ser encontradas no blog.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Pró-reitoria de pesquisa, pós-graduação e inovação (PRPPI) e Pró-reitoria de extensão (PROEX) do Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Adicionalmente, os autores agradecem ao Conselho Nacional de Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (CONIF) pela ajuda de custo oferecida no Edital CONIF número 01/2020 – Enfrentamento à COVID-19 .

REFERENCES

- [1] BBC. (2020) How to avoid touching your face so much. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/future/article/20200317-how-to-stop-touching-your-face>
- [2] Australian Medical Association. (2020) Together we can stop the spread. [Online]. Available: <https://ama.com.au/article/latest-information-covid-19>
- [3] A. H. . Wellbeing. (2020) Hands are important in containing coronavirus and now is the time to start good hygiene habits. [Online]. Available: <https://www.abc.net.au/news/health/2020-03-01/hand-washings-role-in-stopping-coronavirus-covid-19-spread/12014020>
- [4] V. Chamola, V. Hassija, V. Gupta, and M. Guizani, "A comprehensive review of the covid-19 pandemic and the role of iot, drones, ai, blockchain, and 5g in managing its impact," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 90 225–90 265, 2020.
- [5] D. Dong, Z. Tang, S. Wang, H. Hui, L. Gong, Y. Lu, Z. Xue, H. Liao, F. Chen, F. Yang, R. Jin, K. Wang, Z. Liu, J. Wei, W. Mu, H. Zhang, J. Jiang, J. Tian, and H. Li, "The role of imaging in the detection and management of covid-19: a review," *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, pp. 1–1, 2020.
- [6] N. Zheng, S. Du, J. Wang, H. Zhang, W. Cui, Z. Kang, T. Yang, B. Lou, Y. Chi, H. Long, M. Ma, Q. Yuan, S. Zhang, D. Zhang, F. Ye, and J. Xin, "Predicting covid-19 in china using hybrid ai model," *IEEE Transactions on Cybernetics*, pp. 1–14, 2020.

- [7] S. K. G. et al. (2020) Robotic ARM wields UV light wand to disinfect public spaces. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org>
- [8] A. K. de Grino and T. E. et al. (2020) Thermal cameras are being outfitted to detect fever and conduct contact tracing for COVID-19. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org>
- [9] H. Kang, L. Xia, F. Yan, Z. Wan, F. Shi, H. Yuan, H. Jiang, D. Wu, H. Sui, C. Zhang, and D. Shen, "Diagnosis of coronavirus disease 2019 (covid-19) with structured latent multi-view representation learning," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, pp. 1–1, 2020.
- [10] E. Hernández-Orallo, P. Manzoni, C. T. Calafate, and J. Cano, "Evaluating how smartphone contact tracing technology can reduce the spread of infectious diseases: the case of covid-19," *IEEE Access*, pp. 1–1, 2020.
- [11] X. Ding, D. Clifton, N. Ji, N. H. Lovell, P. Bonato, W. Chen, X. Yu, Z. Xue, T. Xiang, X. Long, K. Xu, X. Jiang, Q. Wang, B. Yin, G. Feng, and Y. Zhang, "Wearable sensing and telehealth technology with potential applications in the coronavirus pandemic," *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, pp. 1–1, 2020.
- [12] R. Y. Kim, "The impact of covid-19 on consumers: Preparing for digital sales," *IEEE Engineering Management Review*, pp. 1–1, 2020.
- [13] A. K. Tripathy, A. G. Mohapatra, S. P. Mohanty, E. Kougiannos, A. M. Joshi, and G. Das, "Easyband: A wearable for safety-aware mobility during pandemic outbreak," *IEEE Consumer Electronics Magazine*, pp. 1–1, 2020.
- [14] F. Alizadeh and A. Khodavandi, "Systematic review and meta-analysis of the efficacy of nanoscale materials against coronaviruses—possible potential antiviral agents for sars-cov-2," *IEEE Transactions on NanoBioscience*, pp. 1–1, 2020.
- [15] S. Karanam, R. Li, F. Yang, W. Hu, T. Chen, and Z. Wu, "Towards contactless patient positioning," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, pp. 1–1, 2020.
- [16] M. I. Jordan, "Serial order: A parallel, distributed processing approach," in *Advances in Connectionist Theory: Speech*, J. L. Elman and D. E. Rumelhart, Eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1989.
- [17] S. Haykin, *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Prentice Hall, 1999.
- [18] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Delving deep into rectifiers: Surpassing human-level performance on imagenet classification," 2015, cite arxiv:1502.01852. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1502.01852>
- [19] V. D. (2020) Repositório: Pulseira-covid-19. [Online]. Available: <http://gitlab.devtag.com.br/davi/pulseira-covid19>
- [20] D. Vieira, J. I. Junior, and G. Carlos. (2020) Esquemático do projeto. [Online]. Available: <https://easyeda.com/davi.carnauba/pulseira-anticoronavirus>
- [21] J. Han, M. Kamber, and J. Pei. (2012) Data mining concepts and techniques, third edition. Waltham, Mass.
- [22] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning internal representations by error propagation," in *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, Volume 1: Foundations*, D. E. Rumelhart and J. L. McClelland, Eds. Cambridge, MA: MIT Press, 1986, pp. 318–362.
- [23] S. Shin, K. Hwang, and W. Sung, "Fixed-point performance analysis of recurrent neural networks," in *2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2016, pp. 976–980.



Davi Carnaúba de Lima Vieira recebeu o diploma de graduação em ciências da computação pelo Instituto de Ensino Superior de Alagoas (IESA) em 2006. Posteriormente, recebeu os diplomas de mestrado e doutorado em ciências da computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 2010 e 2016, respectivamente. Desde 2014 está no Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Satuba, Brasil, onde atualmente é Professor de Ciência da Computação e Informática. Dr. Vieira tem experiência como analista de sistemas. Seus interesses de pesquisa incluem Inteligência Artificial, Sistemas Operacionais e Robótica.



Gregory Arthur de Almeida Carlos (S'12-M'16) Recebeu os diplomas de graduação (2011), mestrado (2012), e doutorado (2016) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). De novembro de 2015 a março 2016 realizou estágio de doutorado sanduíche (SWE/CNPq) na Indiana University-Purdue University Indianapolis (IUPUI), Indianapolis, IN, Estados Unidos da América (EUA), como pesquisador visitante. Desde 2011, atua como professor EBTT e pesquisador no Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus

Palmeira dos Índios, Alagoas, Brasil. Entre março de 2017 a fevereiro de 2018 atuou como pesquisador de pós-doutorado na UFCG. Seus interesses incluem eletrônica de potência, acionamento de máquinas, sistemas de energias, controle e automação de processos, e tecnologias emergentes. Dr. Carlos é membro da sociedade de Eletrônica Industrial do IEEE (do inglês *IEEE Industrial Electronics Society*).



Jose Irineu Ferreira Junior Graduado em Tecnologia de Sistemas Elétricos pelo IFAL - Campus Palmeira dos Índios (2019). Possui formação técnica em Eletroeletrônica pelo IFAL - Campus Arapiraca (2016). Atualmente está cursando o Mestrado em Informática na Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Algumas de suas áreas de interesse incluem: Instalações Elétricas, Eletrônica, Sistemas Embarcados e Projetos de Placas de Circuito Impresso (PCI).