

Covid19-Fast-Check: Uma abordagem Internet das Coisas Aplicada à Saúde para pré-triagem hospitalar do coronavírus

Tiago A. Araujo^{1,2}, Iran F. Ribeiro², Vinícius F. S. Mota²

¹ Departamento de Sistemas de Informação
Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC) – Colatina, ES – Brazil

² Departamento de Informática
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória – ES – Brazil

{tiago.araujo,iran.ribeiro}@edu.ufes.br, vinicius.mota@inf.ufes.br

Abstract. After 2019, a new coronavirus (CoVs), an enveloped virus of the Coronaviridae family, overwhelmed the hospital system worldwide. To avoid contact between covid and non-covid patients, hospitals usually apply screening exams to classify the patients (Manchester protocol), which increases the risk of contamination of patients and professionals. This article presents a low-cost pre-screening examination called Covid-Fast-Check (CFC), based on Internet of Things (IoT) Healthcare. CFC collects the body temperature, heart rate, and blood oxygenation. Furthermore, CFC allows patients to respond to their respiratory symptoms contactless, based on hand movements. CFC has been used as the primary screening examination for 26 days in a Hospital at Colatina/ES. CFC pre-screened 1292 patients, of which 128 were targeted towards the 'suspect of covid' area. Laboratory tests confirmed 40 patients with Covid-19. We show that IoTHealth, through CFC, prevented the exposure of 90.09% of asymptomatic patients to the virus and achieved 21.34% of accuracy in covid cases.

Resumo. Após 2019, um novo coronavírus (CoVs), um vírus envelopado da família Coronaviridae, sobrecarregou o sistema hospitalar em todo o mundo. Para evitar o contato entre pacientes, os hospitais costumam aplicar exames de triagem para classificá-los (protocolo de Manchester), aumentando o risco de contaminação de pacientes e profissionais. Este artigo apresenta um exame pré-triagem de baixo custo chamado Covid-Fast-Check (CFC), baseado em Internet das Coisas aplicada à saúde (IoTHealth). O CFC coleta a temperatura do corpo, a frequência cardíaca e a oxigenação do sangue. Além disso, o CFC permite que os pacientes respondam aos seus sintomas respiratórios sem contato, com base nos movimentos das mãos. O CFC foi utilizado como exame primário de triagem por 26 dias em um Hospital de Colatina/ES. O CFC pré-triou 1.292 pacientes, dos quais 128 foram direcionados para a área 'suspeita de covid'. Exames laboratoriais confirmaram 40 pacientes com COVID-19. Logo, a IoTHealth, por meio do CFC, evitou a exposição de 90,09% dos pacientes assintomáticos ao vírus e alcançou 21,34% de acerto em casos de covid.

1. Introdução

Os coronavírus são um grupo de vírus conhecidos por causar doenças que variam entre o resfriado leve e doenças respiratórias graves. Em 2019, um novo coronavírus foi identificado na China. Esta nova cepa é conhecida como o *Severe Acute Respiratory Syndrome*

Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) e a doença resultante é chamada de doença de coronavírus 2019 (COVID-19) (EL-AZIZ; STOCKAND, 2020). Os principais sintomas da COVID-19 são febre, mal-estar, tosse seca, dispneia e, no avançar da infecção, demanda terapia intensiva e uso de respiradores devido a inflamação intensa e necrose das células do pulmão (KOO et al., 2020; LIU et al., 2020; ROCKLOV; SJODIN; WILDER-SMITH, 2020; HUANG et al., 2020).

A COVID-19 caracteriza-se pela alta transmissibilidade (HUANG et al., 2020). A Organização mundial de Saúde (OMS) classifica como risco alto de contágio para pessoas que ficaram a menos de dois metros e por mais de 15 minutos com uma pessoa com início da doença confirmado entre 2 e 14 dias (World Health Organization, 2020). Por este motivo, a OMS recomenda medidas de isolamento e distanciamento social associado ao uso de máscaras, e outros recursos tecnológicos para auxiliar no controle da pandemia. Para os pacientes com casos suspeitos, devem ser previstas práticas de prevenção mesmo antes da chegada do paciente na unidade básica de saúde ou hospitais. Uma destas práticas consiste na pré-triagem do paciente. É necessário garantir a correta triagem dos casos suspeitos da COVID-19, encaminhando-os para uma área separada do hospital, comumente chamada de gripário.

Neste contexto, acirrou-se a corrida pelo desenvolvimento de soluções industriais e acadêmicas para enfrentar os problemas decorrentes da pandemia. Com maior ênfase tem-se as vacinas e fármacos, seguida dos Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) e as ferramentas de telemedicina e automação para evitar contatos. Neste sentido, a Internet das Coisas aplicadas à saúde, conhecida como IoTHealth, pode auxiliar no monitoramento e controle de pacientes com COVID-19 (BHARDWAJ; JOSHI; GAUR, 2022). Entretanto, percebe-se escassez de estudos e desenvolvimento de soluções para automatizar e melhorar a segurança da pré-triagem hospitalar.

Este trabalho apresenta o *Covid-Fast-Check* (CFC), um sistema baseado em IoTHealth para atuar na pré-triagem de pacientes, possibilitando o controle de fluxo, e proteção aos profissionais da saúde e pacientes. O CFC utiliza um dispositivo para coleta de informações do paciente e decide o melhor local para encaminhar o paciente (gripário ou atendimento comum). Adicionalmente, disponibiliza um serviço de *dashboard* para os gestores dos hospitais poderem acompanhar o número de casos suspeitos chegando ao hospital.

Para realizar a tomada de decisão de encaminhamento do paciente, CFC coleta a temperatura corporal, batimentos cardíacos e oxigenação/saturação sanguínea com a quantidade mínima de toques na superfície do robô. Além disto, CFC apresenta um conjunto de questões para compreender os sintomas respiratórios (tosse e falta de ar) que o paciente pode responder apenas com movimentos da mão.

Após desenvolvimento do protótipo, o CFC foi utilizado como principal mecanismo de pré-triagem no Hospital e Maternidade São José em Colatina/ES (HMSJ), no intervalo de 26 dias, entre 2021 e 2022. Importante ressaltar que Colatina é uma cidade de referência em saúde no Estado do Espírito Santo, atendendo o noroeste capixaba, bem como cidades do sul da Bahia e nordeste de Minas Gerais.

O CFC realizou a pré-triagem de 1292 pacientes e encaminhou 1164 à recepção geral (atendimento ao público em geral e especialidades do hospital). Os demais, poten-

ciais casos de coronavírus, foram submetidos a exames laboratoriais dos quais 40 deles foram diagnosticados com o CID B34.2 (COVID-19). Até onde os autores conhecem, este é o primeiro trabalho a propor uma solução IoTHealth, implementar um protótipo e realizar um estudo de caso em um ambiente hospitalar. Em suma, as principais contribuições deste trabalho são:

- Apresenta uma solução e um protótipo, baseada em Internet das Coisas aplicadas à saúde, para pré-triagem hospitalar de casos suspeitos de COVID-19;
- Apresenta um estudo de caso da utilização da solução proposta em um hospital;
- Os resultados mostram que a utilização de pré-triagem utilizando o CFC evitou a exposição de 90,09% dos pacientes assintomáticos ao vírus e 21,34% dos casos encaminhados ao gripário confirmaram COVID-19.

As demais seções são organizadas como se segue. A Seção 2 discute os trabalhos relacionados. A arquitetura, os componentes e serviços do CFC são apresentados na Seção 3. A Seção 4 apresenta a metodologia para o estudo de caso no hospital em Colatina/ES. Na Seção 5 apresenta a análise dos resultados obtidos. Por fim, a Seção 6 conclui este artigo.

2. Trabalhos relacionados

Com o surgimento da pandemia de COVID-19, fez necessário encontrar-se formas eficientes de, inicialmente, identificar se uma pessoa estava contaminada para, em seguida, fornecer tratamentos paliativos adequados de acordo sua condição. Nesse contexto, trabalhos como os de (MUKATI et al., 2021; AL-ATAWI; KHAN; KIM, 2022), buscam apresentar a aplicação da tecnologia IoT no enfrentamento da COVID-19 e os principais desafios que devem ser enfrentados. Nesse sentido, os autores apresentam uma visão geral de como a tecnologia IoT pode ser integrada na área médica e especificam as diversas situações onde já existem exemplos práticos de aplicação como, por exemplo, no monitoramento de pacientes enfermos (por familiares ou médicos) ou para automatizar o funcionamento de hospitais (rastreamento de equipamentos ou higienização/sensoriamento de ambientes contaminados).

Dado a alta taxa de contaminação do COVID-19 e com sintomas similares a outros tipos de doenças respiratórias, uma das questões principais no seu enfrentamento é a realização do diagnóstico. Nesse sentido, Bhardwaj, Joshi e Gaur (2022) apresentam um sistema inteligente baseado em IoT para monitoramento de sintomas de COVID-19. Na metodologia proposta, os autores utilizam sensores de temperatura, de pressão arterial e de níveis de oxigênio no sangue, considerando que estas informações podem indicar, com mais confiabilidade, se um paciente possui a doença. Todos os sensores são gerenciados por um Raspberry Pi que salva os dados coletados em nuvem, permitindo processamentos e análises futuros. A eficácia do sistema proposto é comparada com sensores comerciais e obteve um erro relativo menor que 2.99% para batimentos cardíacos, 3.03% para temperatura corporal e 1.05% para o nível de oxigênio no sangue. Isso evidencia, por exemplo, que é possível obter praticamente os mesmos resultados de dispositivos comerciais utilizando dispositivos de baixo custo.

Além do diagnóstico, o monitoramento de pacientes já positivados para COVID-19 é outro ponto fundamental. Filho et al. (2021) propõem uma plataforma baseada em IoT para monitoramento remoto de pacientes em condições críticas (em casa ou UTIs).

O objetivo geral é fornecer informações em tempo real sobre a condição de uma pessoa diagnosticada com covid, possibilitando que as decisões sejam tomadas de maneira mais rápida e com maior eficiência, além de reduzir o contato entre médicos e pacientes já diagnosticados com a doença. Para isso, a plataforma integra diversos agentes no processo de tratamento de uma pessoa com COVID como paciente, médicos, serviços ambulatoriais. Nesse sentido, os autores descrevem todo o processo de desenvolvimento plataforma, desde a análise de requisitos, o desenvolvimento e implantação. Assim, para o monitoramento do paciente são coletados informações corporais (pressão arterial, glicose, saturação de oxigênio, temperatura, taxa de respiração) e do ambiente (temperatura, geolocalização e umidade) onde o paciente está. A plataforma foi testada em pacientes de um hospital na cidade de Natal, no Rio Grande do Norte, para o monitoramento de 139 indivíduos.

Por outro lado, considerando o cenário pós-pandemia, Vedaei et al. (2020) propõe o COVID-SAFE, uma plataforma para monitoramento da COVID-19 a partir da mobilidade das pessoas e de medições corporais. A plataforma proposta é composta de 3 partes principais: i) um dispositivo IoT vestível (que se conecta com o bluetooth do smartphone para coletar dados de proximidade com outros dispositivos); ii) um aplicativo para smartphones onde o usuário pode ver informações de saúde, como seus batimentos cardíacos e temperatura e receber alertas a partir de medições realizadas pelo servidor e; iii) servidores em nuvem (ou névoa) que funcionam como um sistema inteligente, baseado em lógica fuzzy, para tomadas de decisões considerando as medições dos dispositivos IoTs e smartphones dos usuários. Por exemplo, o sistema pode enviar alerta para um usuário com sintomas de COVID-19 ou indicar que pessoas próximas ao usuário podem estar contaminadas.

Como pode ser visto, há diversos trabalhos na literatura com foco em diagnosticar e monitorar a evolução da COVID-19 em pacientes diagnosticados. Nesse contexto, é fundamental ressaltar a importância dos trabalhadores dos hospitais que, diariamente, estão em contato direto com inúmeras pessoas acometidas com o vírus da COVID-19. O enfrentamento da doença sem essas pessoas seria inviável, logo é importante reduzir o número de infecções entre tais trabalhadores. Nesse sentido, o trabalho de (BHARDWAJ; JOSHI; GAUR, 2022) é o que mais se assemelha à nossa proposta dado que realiza o diagnóstico da COVID-19. Entretanto, este trabalho apresenta uma plataforma IoT que tem o objetivo principal de realizar a pré-triagem de pessoas com sintomas ou não de COVID-19 reduzindo, assim, o contato entre uma pessoa possivelmente infectada e os trabalhadores da linha de frente. Como caso de uso, a plataforma foi utilizada no HMSJ.

3. CFC: COVID-19 Fast Check

O CFC foi desenvolvido para atender a uma demanda crescente nos hospitais causadas pela pandemia da COVID-19. Embora a doença causada pela COVID-19 tenha se tornado um dos principais motivos para uma pessoa ir ao hospital, as outras situações de emergência também continuaram. Nesse sentido, a pré-triagem visa a classificação e priorização dos pacientes de acordo com suas necessidades, auxiliando nas condutas hospitalares. Normalmente um profissional de saúde realiza o processo na porta de entrada do hospital, orientando os casos sintomáticos para COVID-19 para se encaminharem ao gripário e os demais, assintomáticos, para a recepção geral do hospital. Importante ressaltar que cada unidade de saúde possui seu próprio fluxograma de atendimento (COM-

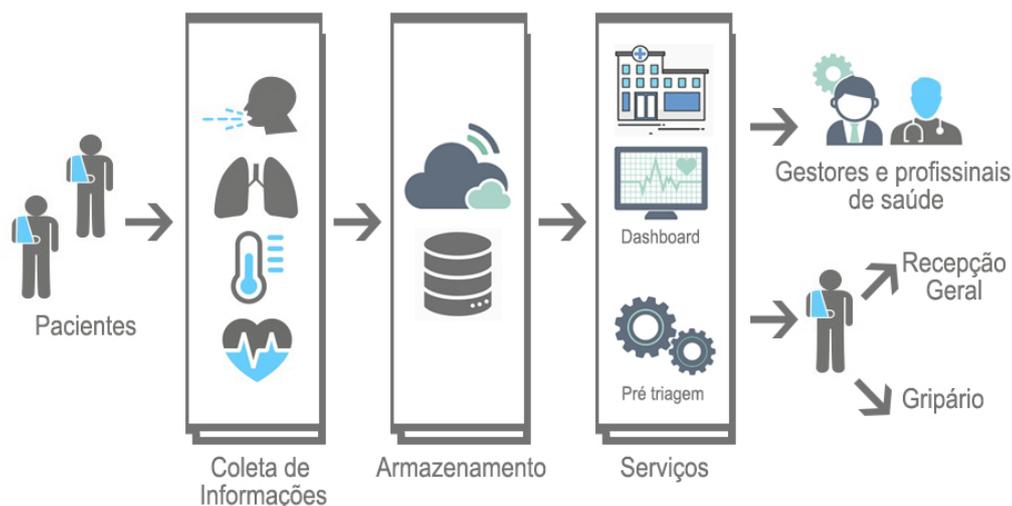


Figura 1. Arquitetura do CFC

VIDA, 2020).

A Figura 1 apresenta uma visão geral da arquitetura proposta. O Paciente se posiciona em frente ao CFC para coleta de informações. Os dados são armazenados localmente e em nuvem (Armazenamento). Um algoritmo de pré-triagem, baseado em parâmetros de saúde internacional, informa para onde o paciente deve seguir no hospital. Os dados sumarizados são disponibilizados ao hospital via uma *Dashboard*, que fornece informações epidemiológicas aos gestores e demais profissionais de saúde.

3.1. Coleta de Informações

O CFC utiliza sensores e atuadores para coletar informações de temperatura corporal, batimentos cardíacos e oxigenação sanguínea, além de perguntas ao paciente, com o mínimo de toques em sua interface. As perguntas ao paciente possuem como respostas apenas “sim” ou “não”. O dispositivo CFC apresenta a pergunta na tela e fala para o paciente. O paciente então pode responder “sim” levantando a mão esquerda e “não”, ao levantar a mão direita. Os dados coletados são salvos localmente e enviados para a nuvem para armazenamento e serviços. O encaminhamento para onde o paciente deve seguir é feito com base nas informações respondidas pelo mesmo.

Ao chegar no hospital, o paciente se posiciona em frente ao CFC, que detecta sua presença e lhe apresenta uma mensagem de boas vindas - sonora e visual. Em seguida, o usuário é instruído a levantar a mão esquerda ou a direita para responder as seguintes perguntas sobre sintomas respiratórios:

1. Possui tosse?
2. Possui falta de ar?

As respostas qualitativas são capturadas por meio de dois sensores ultrassônicos acoplados na borda do dispositivo. Para os dados quantitativos, temperatura, batimentos cardíacos e oxímetro, foram testados e comparados diversos sensores comumente utilizados em hospitais. Por se tratar de um ambiente hospitalar, foram escolhidos os sensores

que apresentaram maiores precisões nas informações. De posse dessas disso, foi desenvolvido um protótipo com os seguintes componentes principais (com a referência ao modelo entre parênteses):

- Sensor de aferição de temperatura a distância (Mlx90614);
- Sensor tátil para batimentos e oximetria (Max20102);
- Dois sensores ultrassônicos (HC-SR04) – para identificação das respostas “sim” ao levantar a mão esquerda e “não” ao levantar a mão direita;
- Display (lcd 20x4);
- Sistema de voz (módulo MP3 DFPlayer Mini e auto falante de 8 Ohm/1 W) para narração das instruções a pacientes com baixa visão e/ou não letrados;
- Mini impressora térmica usb/rs232/ttl;
- Microcontrolador (ESP8266) para o controle dos sensores e atuadores supracitados.

A Figura 2 apresenta a placa de circuito impresso (PCB) do protótipo desenvolvido, responsável por integrar todos os componentes em um mesmo circuito. O CFC recebeu acabamento modelado e impresso em 3D, com dimensões aproximadas de 350x260x170mm. A Figura 3 apresenta as duas versões do protótipo de pré-triagem para coleta de informações do CFC (a esquerda) além de uma versão simplificada para aferir apenas temperatura (a direita).

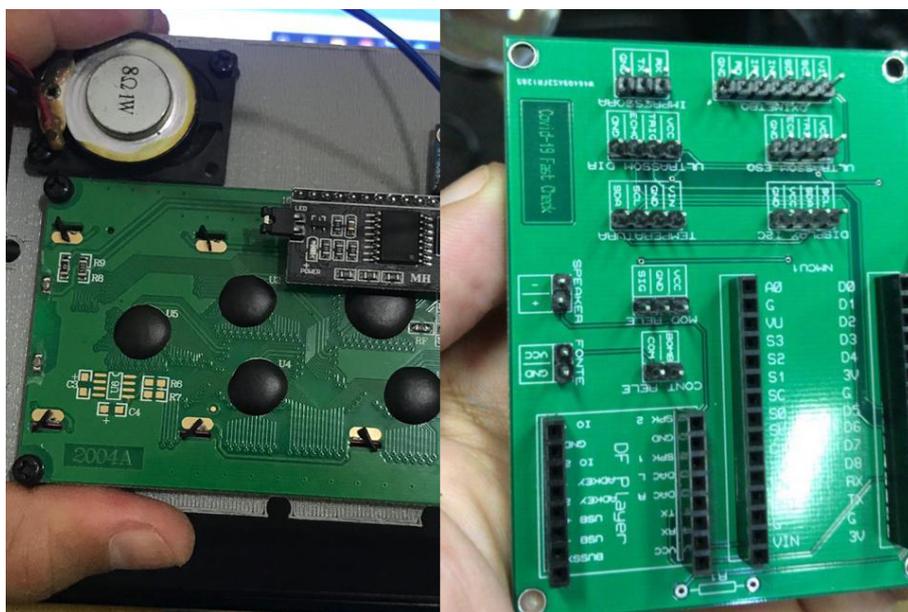


Figura 2. Placa de Circuito Impresso PCB

3.2. Armazenamento

O armazenamento das informações coletadas é feito localmente, através da impressão de comprovantes de pré-triagem e também em nuvem, por meio da comunicação do microcontrolador com a rede do Hospital.

O ESP8266 possui um módulo WiFi integrado, que através da biblioteca ESP8266WiFi.h, permite a comunicação sem fio por meio do protocolo HTTP.



Figura 3. Versões dos robôs de Pré-triagem hospitalar

O chip Wi-Fi integrado é chamado de ESP8266EX. Ele é um “sistema em um chip” (SoC) que combina um microcontrolador de 32 bits com um módulo Wi-Fi 802.11 b/g/n.

Para se comunicar com a internet, o microcontrolador do CFC envia requisições HTTP (GET) para uma página (inserir.php) no Servidor web, que por sua vez faz a inserção dos dados em um banco MySQL. O comando inclui os dados coletados na pré-triagem e a data/hora.

Para que a operação seja totalmente concluída, é necessário que exista conexão com a internet, caso contrário, sem o *timestamp* baseado em *Network Time Protocol* (NTP) para garantia do horário de pré-triagem, é alertado no comprovante que os dados não foram enviados para a nuvem.

Quanto ao Servidor web, são utilizados 3 arquivos .php:

- conecta.php contém os dados de conexão ao banco MySQL;
- inserir.php recebe os dados via GET pela porta 80 e faz um INSERT INTO no banco;
- index.php página inicial com uma Dashboard para análise dos dados coletados na pré-triagem por Gestores e profissionais de saúde.

Ao final de cada ciclo de pré-triagem, para evitar erros/travamento, é executada no ESP8266 a função ESP.restart().

3.3. Serviços

Pré-triagem automatizada: O objetivo principal do CFC é realizar a pré-triagem hospitalar e encaminhamento de pacientes com sintomas gripais.

A pré-triagem hospitalar tem a função de direcionar os pacientes para a Recepção Geral ou para o Gripário (onde se encontram os pacientes sintomáticos de COVID-19).

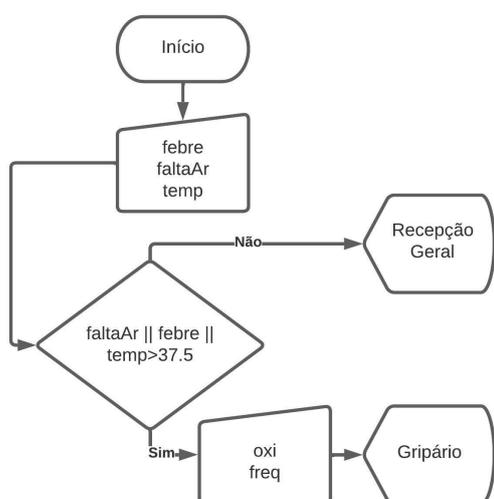
Os principais sintomas respiratórios que possam indiciar contaminação pelo SARS-CoV-2 foram definidos em um processo em conjunto de uma equipe hospitalar e alinhadas ao sistema de tomada de decisão de pré-triagem do CFC, com base em respostas dicotômicas: “sim” ou “não”.

O CFC define dois perfis de pacientes, baseados nos sintomas respiratórios recente, definidos em (ORGANIZATION et al., 2020) e na referência dos serviços utilizados pelo HMSJ:

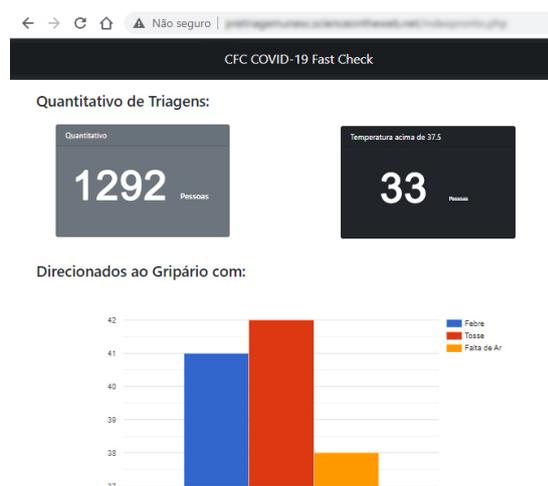
Perfil 0: Não é necessário aferir sinais vitais, baseado nas respostas iniciais do paciente;

Perfil 1: Os sinais vitais serão aferidos após o paciente responder algumas perguntas.

O fluxograma na Figura 4a resume o algoritmo para a tomada de decisão para encaminhamento dos pacientes. A pré-triagem é baseada em uma tomada de decisão, na qual o paciente é direcionado ao Gripário caso a temperatura da superfície da pele esteja acima de $37,5^{\circ}\text{C}$ ou apresente qualquer sintoma respiratório.



(a) Fluxograma da tomada de decisão para Pré-triagem de pacientes.



(b) Dashboard para Gestores e profissionais de saúde

Figura 4. Serviços CFC

Após apresentar o encaminhamento para o paciente, o CFC sugere a higienização das mãos. Na Figura 3 é possível notar que uma das versões desenvolvidas do protótipo continha um *dispenser* de álcool em gel.

Dashboard: Além da pré-triagem citada anteriormente, o CFC provê uma *dashboard* para demonstração em tempo real do fluxo de casos que estão ocorrendo no hospital. Desta forma, auxiliando as ações que devem ser tomadas pelos gestores ao perceberem um aumento ou diminuição no número de casos. A Figura 4b apresenta o *Dashboard* do CFC que resume as informações coletadas.

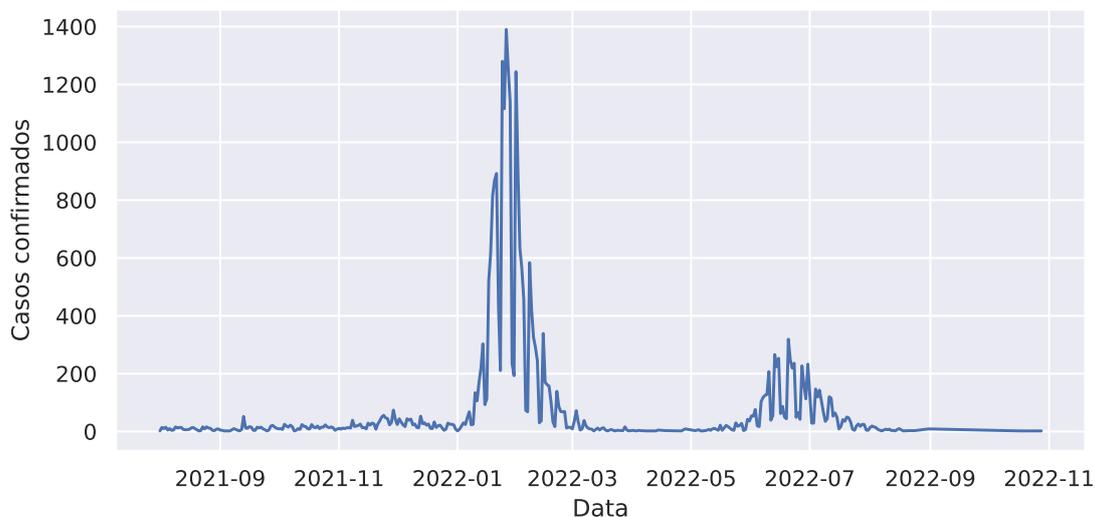


Figura 5. Casos confirmados na cidade de Colatina-ES entre Agosto de 2021 e Outubro de 2022.

4. Estudo de Caso

O CFC foi utilizado para pré-triagem no HMSJ, hospital escolar no Centro Universitário do Espírito Santo – UNESC, localizado no município de Colatina/ES. Colatina é uma cidade com aproximadamente 121.000 habitantes. Contudo, é a referência em saúde do noroeste capixaba e regiões próximas de outros estados. A Figura 5 apresenta os casos de COVID-19 confirmados em Colatina de agosto de 2021 até outubro de 2022¹. Esses casos serão utilizados como base para os casos tratados apenas pelo HMSJ. Vale ressaltar que por ser um hospital que recebe pacientes de todo noroeste capixaba, atendeu um alto fluxo de pacientes durante a pandemia.

Após testes internos, a versão do dispositivo de coleta de informações do CFC sem *dispenser* de álcool em gel foi instalada na portaria principal do HMSJ para testes. Ao chegarem no HMSJ, os pacientes eram encaminhados ao CFC para a coleta de informações. O paciente é instruído a direcionar-se ao local adequado para dar continuidade ao atendimento de maneira tradicional do hospital. A Figura 6 apresenta pacientes na fila para utilização do CFC. O único toque que o paciente precisa fazer no CFC é a digital de um dos dedos indicadores para aferir saturação de oxigênio e batimento cardíaco, se necessário. A cada utilização, os dados são salvos localmente e, se houver disponibilidade de rede sem fio, são encaminhados à nuvem para armazenamento, exibição no sumário do *dashboard* e posterior análise dos dados.

O CFC foi utilizado no HMJS entre os dias 18 de agosto de 2021 e 06 de setembro de 2022. No entanto, foi o principal sistema de pré-triagem do HMJS apenas nos dias em que um dos desenvolvedores acompanhou o uso. Desta forma, em 26 dias, no intervalo supracitado, o CFC foi utilizado para análise. Em tais dias, o equipamento fez a pré-triagem dos pacientes de 08 às 17:30h.

O objetivo da análise é avaliar a quantidade de pacientes encaminhados à

¹Baseado nos dados disponíveis em <https://coronavirus.es.gov.br/painel-covid-19-es>

Recepção Geral e ao Gripário, taxa de casos com COVID-19 confirmados com exame laboratorial entre os encaminhados ao Gripário e comparar a evolução dos casos atendidos com os ocorridos na cidade de Colatina. Para isto, o hospital informou a quantidade de casos confirmados de COVID-19 por exames laboratoriais para cada dia do intervalo estudado.

O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP UNESC e o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) irá assegurar o sigilo dos dados e identificação do paciente conforme as normativas da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. A documentação foi anexada a plataforma Brasil junto aos demais arquivos destinados à apreciação do CEP UNESC.



Figura 6. Pré-triagem com o CFC no Hospital e Maternidade São José

5. Análise e Discussão

Nesta seção apresentamos as análises feitas a partir dos dados coletados pelo CFC e discutiremos como o dispositivo impactou o controle da COVID-19. Além disso, apresentamos as análises comparativas entre os dados coletados pelo CFC e os dados oficiais de COVID-19 na cidade de Colatina/ES.

Inicialmente, verificou-se a relação dos casos diagnosticados pelo HMSJ em relação aos dados oficiais de Colatina. A Figura 7 apresenta a comparação entre casos positivos do HMSJ e da cidade de Colatina-ES. A Figura mostra que, no geral, o número de pessoas diagnosticadas com COVID-19 pelo HMSJ é igual ou inferior à 3. Comparando com os dados oficiais da cidade de Colatina, observa-se que as pessoas diagnosticadas pelo HMSJ representam uma média 3.22% dos dados oficiais para cada dia observado. Além disso, é interessante notar como os dias de pico nos dados oficiais são capturados também pelos dados registrados no hospital. Em especial, o pico de casos mostrado na Figura 7 equivale ao dia 28 de Janeiro de 2022, como mostra a Figura 5.

Durante os 26 dias analisados, o O CFC realizou a pré-triagem em 1.292 pacientes, dos quais, 128 foram direcionados para o gripário. A Figura 8 apresenta as ocorrências

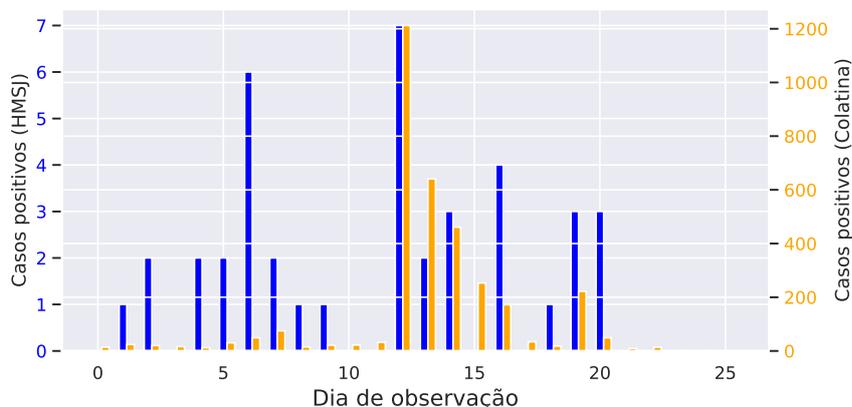


Figura 7. Comparação entre casos positivos do HMSJ e da cidade de Colatina/ES

de pacientes encaminhados para o gripário e a quantidade de pacientes com COVID-19 confirmados por exames laboratoriais pelo HMSJ. Em média, ≈ 4.9 pacientes foram encaminhadas ao gripário por dia, e uma média de 1.5 pacientes foram diagnosticados com COVID-19, ou seja, o CFC triou 30,61% dos pacientes corretamente, em média, por dia. É possível observar que em alguns dias há um número maior de pessoas diagnosticadas com COVID-19 do que o total de pessoas encaminhadas para o Gripário. Duas hipóteses para explicar estes casos são: i) Na pré-triagem, os pacientes não apresentaram os sintomas respiratórios básicos e/ou temperatura elevada, por isso foram direcionados para a Recepção geral e tiveram exames de COVID-19 confirmados posteriormente. ii) O CFC estava disponível apenas em horário comercial, e casos atendidos após este horário não foram contabilizados.

A Figura 9 apresenta a distribuição dos pacientes encaminhados ao gripário e confirmados pelo HMSJ. Pode-se observar uma mediana de ≈ 3 pacientes encaminhados ao gripário e 1.5 pessoas diagnosticadas positivamente. Nota-se, nesse caso, que a mediana das pessoas diagnosticadas positivamente é muito próxima à média de pessoas diagnosticadas. Embora não seja objetivo do CFC diagnosticar a COVID-19, quanto mais pacientes encaminhados corretamente ao gripário, menor a chance de transmissão da doença para não infectados.

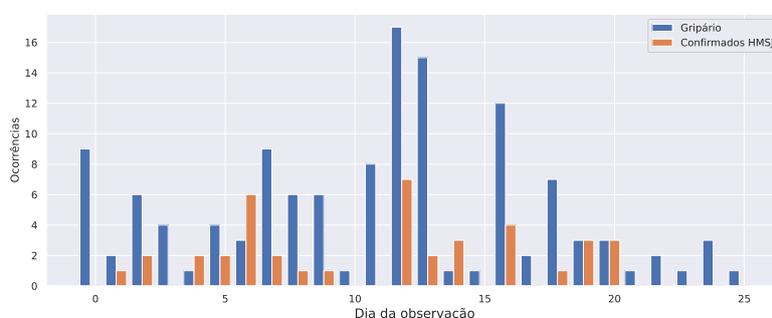


Figura 8. Relação de pessoas encaminhadas para o gripário e que foram diagnosticadas positivamente para COVID-19.

Por fim, para entender se os números obtidos com o CFC são condizentes com a

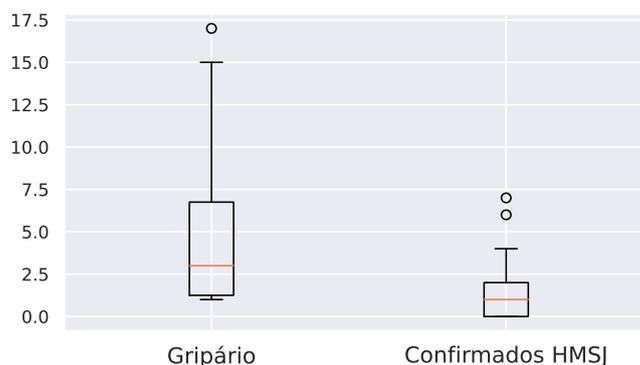


Figura 9. Boxplot do número de pessoas encaminhadas para o gripário e diagnosticadas positivamente para COVID-19

realidade da cidade, foi calculada a correlação, apresentada na Figura 10, entre o número de pessoas encaminhadas para o gripário, as diagnosticadas positivamente para COVID-19 pelo HMSJ e o número de diagnósticos na cidade de Colatina/ES. As cores mais claras indicam uma correlação positiva maior, onde o valor 1 indica uma correlação positiva perfeita. Nota-se que a correlação entre o número é positiva moderada (0.47). Isso corrobora os resultados exibidos pela Figura 9. Além disso, percebe-se que tanto os dados do número de pessoas encaminhadas ao gripário, quanto o número de pessoas com diagnóstico positivo de COVID-19 apresentam uma correlação positiva forte com os dados oficiais da cidade de Colatina, respectivamente, 0.64 e 0.63.

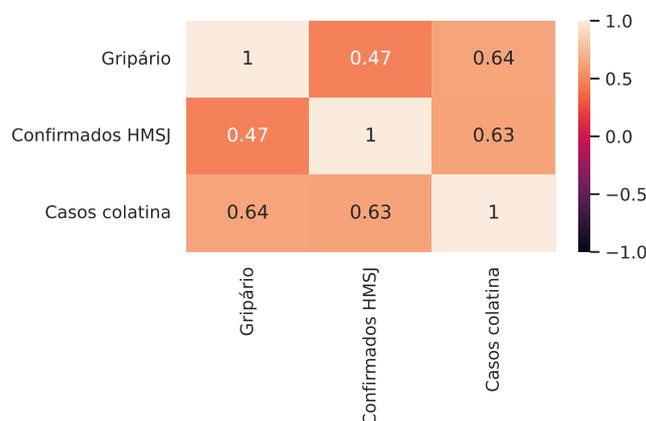


Figura 10. Correlação entre o número de pessoas encaminhadas para o gripário, as diagnosticadas positivamente para COVID-19 pelo HMSJ e o número de diagnósticos na cidade de Colatina/ES

É importante ressaltar que o objetivo principal da construção do CFC foi reduzir o contato entre pessoas possivelmente infectadas com COVID-19 e pessoas não infectadas. Isso inclui os profissionais de saúde que eram responsáveis pela pré-triagem, realizando as mesmas funções que o CFC. Assim, ainda que uma pessoa estivesse com outro tipo de doença, caso apresentasse os sintomas da COVID-19, seria encaminhada para o gripário. Neste sentido, pode-se dizer que o CFC por encaminhar 90,09% dos pacientes para o atendimento geral, evitando o contágio com os pacientes sintomáticos.

6. Considerações finais

Neste trabalho, apresentamos o CFC, um sistema baseado em Internet das Coisas para a Saúde, para realizar a pré-triagem de pacientes com sintomas de COVID-19. O CFC permite diversas formas de interação com pacientes (leds indicativos, display e sistema de voz) para coletar informações dos pacientes no hospital por meio de diversos sensores (ultrassônico, aferição de temperatura à distância, de batimentos cardíacos e oximetria). Todos esses componentes são gerenciados por um microcontrolador, que também é responsável pelo armazenamento e informar o paciente o local adequado que o mesmo deve seguir no hospital.

O objetivo principal do CFC foi reduzir o contato entre pessoas sintomáticas da doença COVID-19 e os profissionais de saúde, reduzindo as chances de transmissão da doença. A proposta do CFC foi validada por meio do desenvolvimento de um protótipo e utilizado pelo Hospital Maternidade São José, em Colatina/ES, durante 26 dias entre 2021 e 2022. O CFC realizou a pré-triagem de 1292 pacientes. Em média, ≈ 4.9 pacientes foram encaminhados ao gripário com uma média de 1.5 pacientes diagnosticados com COVID-19.

Considerando que a COVID-19 ainda é uma realidade e os sintomas principais podem se modificar com o tempo, como trabalhos futuros planejamos atualizar os sintomas identificados pelo CFC, seguindo as orientações e protocolos utilizados pelo hospital e pela Organização Mundial da Saúde. Por exemplo, atualmente sintomas como “Dor de garganta”, “Dor de cabeça” e “Cansaço” não são considerados. Para sua completa adoção pelos hospitais em caso de novas ondas da COVID-19, almeja-se a disponibilização de uma API para que possa ser integrado aos sistemas hospitalares. Dessa forma, dados de um paciente poderiam estar disponíveis aos profissionais de saúde no momento do atendimento. Além disso, é necessário aumentar a robustez do CFC, como impermeabilidade, e um visor com maior resolução para garantir o funcionamento em situações adversas e melhorar a usabilidade com o paciente.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), do CNPq e FAPES, em especial ao edital FAPES Nº 03/2020 - Avaliação de demanda induzida – COVID-19.

Referências

- AL-ATAWI, A. A.; KHAN, F.; KIM, C. G. Application and challenges of iot healthcare system in covid-19. *Sensors*, MDPI, v. 22, n. 19, p. 7304, 2022.
- BHARDWAJ, V.; JOSHI, R.; GAUR, A. M. Iot-based smart health monitoring system for covid-19. *SN Computer Science*, Springer, v. 3, n. 2, p. 1–11, 2022.
- COMVIDA, R. G. Fluxograma dos atendimentos no centro de triagem e testagem para covid-19. Prefeitura Municipal do Rio Grande, 2020.
- EL-AZIZ, T. M. A.; STOCKAND, J. D. Recent progress and challenges in drug development against covid-19 coronavirus (sars-cov-2)-an update on the status. *Infection, Genetics and Evolution*, Elsevier, v. 83, p. 104327, 2020.

FILHO, I. de M. B. et al. An iot-based healthcare platform for patients in icu beds during the covid-19 outbreak. *Ieee Access*, IEEE, v. 9, p. 27262–27277, 2021.

HUANG, C. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in wuhan. *China Lancet*, p. 10223, 2020.

KOO, J. R. et al. Interventions to mitigate early spread of sars-cov-2. *Singapore: a modelling study*, Lancet Infect Dis, 2020.

LIU, Y. et al. The reproductive number of covid-19 is higher compared to sars coronavirus. *J Travel Med*, p. 27(2), 2020.

MUKATI, N. et al. Healthcare assistance to covid-19 patient using internet of things (iot) enabled technologies. *Materials today: proceedings*, Elsevier, 2021.

ORGANIZATION, W. H. et al. *Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected: interim guidance, 25 January 2020*. [S.l.], 2020.

ROCKLOV, J.; SJODIN, H.; WILDER-SMITH, A. Covid-19 outbreak on the diamond princess cruise ship: estimating the epidemic potential and effectiveness of public health countermeasures. *J Travel Med*, 2020.

VEDAEI, S. S. et al. Covid-safe: an iot-based system for automated health monitoring and surveillance in post-pandemic life. *IEEE access*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, v. 8, p. 188538, 2020.

World Health Organization. *Contact tracing in the context of COVID-19: Interim guidance*. 2020. Disponível online em https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332049/WHO-2019-nCoV-Contact_Tracing-2020.1-eng.pdf, Último acesso em 31/05/2022.