

Aplicativos rastreo de contatos para controle da COVID-19: Estudo de caso

Danilo Marcelino Raulino

Orientador: Prof. Marcia Giraldi

Resumo: Aplicativos de rastreo de contatos, popularmente difundidos ao redor do mundo para controle da COVID-19, visam identificar pessoas infectadas e informar outros indivíduos que estiveram em sua proximidade nos últimos dias. Estes usuários recebem notificação para fazerem testes e se isolarem, desta forma controlando a disseminação do vírus. Tais aplicativos utilizam diversas formas para detectar esse tipo de aproximação, influenciando diretamente na privacidade e segurança, sendo o foco neste artigo o estudo de caso e impactos dessas aplicações.

Palavras-chave: Mobile, SARS-COV-2 covid-19, aplicativos, rastreo, arquiteturas.

Abstract: Contact tracing applications, popularly spread around the world to control COVID-19, aim to identify infected people and inform other individuals who have passed in their vicinity in recent days. These users are notified to take exams and isolate themselves, thus controlling the spread of the virus. Such applications use different ways to detect this type of interaction, directly influencing privacy and security, being the focus of this article, a case study and the effects of these applications.

Keywords: Mobile, SARS-COV-2 covid-19, apps, tracking, architectures.

1. Introdução

SARS-COV-2, causador do COVID-19 é um vírus que, segundo a Organização Mundial da Saúde, possui alta taxa de transmissão e os primeiros sintomas podem aparecer em até 14 dias após a contaminação, tornando mais fácil a disseminação da doença. Alguns dos principais sintomas são falta de ar, cansaço, tosse seca, febre, dores de cabeça, perda do paladar e olfato. Os sintomas podem ser leves, graves e até fatais.

“O vírus COVID-19 se espalha primariamente através de gotículas de saliva ou secreções nasais quando uma pessoa infectada tosse ou espirra, então é importante que você também pratique a etiqueta respiratória (por exemplo, por tossir no cotovelo flexionado).” (tradução livre) - Organização Mundial da Saúde, 2021. -

¹ Acadêmico do curso de Ciência da Computação da Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul. E-mail: danilo.raulino@unisul.br

² Professora do curso de Ciência da Computação da Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul. E-mail: marcia.giraldi@animaeducacao.com.br

Um relatório sobre saúde.

A Covid-19 é uma realidade global e está afetando a vida de toda a população mundial. Vê-se notícias sobre o contágio do vírus todos os dias, mostrando os efeitos do descuido da população e do governo para com a epidemia. Hospitais, em vários momentos, ficam superlotados, o que impede um tratamento mais eficiente da doença e diminuem a cobertura de outras cidades, visto que hospitais de médio/grande porte recebem pacientes de cidades vizinhas.

“Há semanas, a situação nos hospitais de Santa Catarina é considerada alarmante. Não há vagas na maioria das instituições de saúde. Os leitos de UTI estão lotados, assim como, os setores destinados ao isolamento para os pacientes com a Covid -19.” - Município de Imbituba, 2021 - Superlotação: hospitais em estado de alerta.

Segundo o Ministério da Saúde do Brasil, as formas de transmissão são através de saliva, catarro e outras secreções das vias respiratórias, sendo que estas podem estar nas mãos, maçanetas, teclados de computador, entre outros objetos e/ou superfícies. Isso torna difícil identificar locais onde existe contaminação, porque não se sabe de onde as pessoas vêm e se estão contaminadas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) indica que deve-se evitar ambientes fechados e/ou com grande quantidade de pessoas, dessa forma tornando informações sobre aglomerações e a existência de pessoas com o vírus em uma certa área é algo importante para todos.

Os aplicativos podem ser um bom aliado do governo no combate à pandemia, visto que facilitam o rastreamento de contatos infectados e permitem o controle da disseminação do vírus. Sabendo dos desafios que a sociedade enfrenta com o vírus, por meio deste artigo, vamos analisar a arquitetura dos aplicativos de rastreamento de contatos. De que forma detectam a localização das pessoas, se é por meio de bluetooth ou gps, se o servidor é centralizado ou descentralizado, de como é feita a comunicação com o servidor e entre outros. Visando também, identificar como esses softwares respeitam a LGPD, lei geral da proteção de dados

brasileira.

2. Arquitetura geral

Arquitetura de software recebe diversas definições ao longo da história da computação. Uma das explicações mais simples seria que arquitetura de software é uma importante ferramenta durante a fase de planejamento de um software, através dela que será idealizado as funções presentes no sistema idealizado, assim como se dará a comunicação e interação entre as diferentes camadas de um sistema.

“The fundamental organization of a system embodied in its components, their relationships to each other, and to the environment, and the principles guiding its design and evolution.” IEEE e ISO/IEC, Jure, 2007

1. Arquitetura aplicada a sistemas de rastreamento

Conforme a pesquisa de CHO, Hyunghoon, cada país buscou a melhor forma para lidar com o rastreamento conforme suas legislações e culturas permitiam como em Israel, onde a legislação foi alterada para permitir que o governo rastreie os dados móveis das pessoas com suspeita de covid. E em março de 2020 Singapura liberou um aplicativo de rastreamento por bluetooth onde, caso dois usuários deste aplicativo se cruzem e uma delas reporta que foram diagnosticadas com covid, funcionários do ministério da saúde entram em contato com estas pessoas para informar os próximos passos a serem tomados.

Podemos dividir a arquitetura destes aplicativos em duas camadas, segundo LI, Jinfeng; GUO, Xinyi (2020), a primeira camada se refere ao funcionamento do servidor, sendo ele centralizado ou descentralizado. A segunda camada refere-se a tecnologia de sensores utilizada pelos aplicativos, sendo elas por bluetooth ou GPS com auxílio de códigos QR.

2. Servidores

As funções dos servidores consistem em armazenar e distribuir os dados, podendo ter mais ou menos responsabilidades, dependendo de sua característica sendo ela centralizado ou descentralizado. Estas responsabilidades extras consistem geralmente na geração de token ID randomizado para cada usuário como a função de analisar e notificar os usuários expostos.

a. Centralizado

Geralmente, seguem o protocolo PEPP-PT (Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing) . Nestes casos de aplicações centralizadas, na maior parte são geridos por entidades governamentais, além de todos os dados serem enviados e processados em um único servidor. Ou seja, a aplicação mobile fica apenas responsável em fazer a distribuição e coleta dos Token pseudo-randomizado por meio de BlueTooth LE.

Por ser um processo todo centralizado, é necessário um foco maior em segurança, para barrar a tentativa de roubo de dados por serem sensíveis na maioria dos casos ligando o dado ao usuário final.

b. Descentralizado

Segundo MIN, Tian and CAI, Wei, 2022, o aplicativo descentralizado é uma tecnologia projetada para lidar com questões de privacidade e segurança.

Aplicativo descentralizado (DApp) é um tipo de aplicativo que hospeda partes de seus serviços de back-end e banco de dados em redes p2p, ao contrário de aplicativos típicos suportados por servidores centralizados. [MIN, Tian and CAI, Wei. 2022] (Tradução livre)

Aplicações descentralizadas costumam seguir o protocolo DP-3T (Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing), onde seus servidores são utilizados para distribuição dos dados aos aparelhos dos usuários, tendo toda a responsabilidade de conferir se houve ou não exposição através do aplicativo em posse do usuário. Assim, os dados só serão enviados ao servidor quando necessário, evitando acúmulo desnecessário de dados sensíveis. Desta

forma, a aplicação tem apenas a responsabilidade de receber e distribuir estes dados quando necessário, sempre mantendo em anonimato os usuários não expostos, já que nunca terão a necessidade de ter seu Token randômico enviado ao servidor.

3. Tipos de rastreamento

Os tipos de rastreamento se resumem em tecnologias, as quais são usadas para inferir se houve ou não exposição do usuário com o vírus. Sendo segundo LI, Jinfeng; GUO, Xinyi Bluetooth LE e GPS os mais difundidos entre as aplicações ao redor do mundo, por se tratarem justamente das que mais garantem precisão na detecção de exposição.

a. Bluetooth

Aparelhos celulares com os avanços recentes são capazes de propagar sua presença para outros aparelhos via bluetooth LE, já que seu funcionamento diferente do bluetooth convencional consiste em pequenas trocas de dados com baixo consumo de energia TOSI, Jacopo. Desta forma é possível os aparelhos ficarem de tempos em tempos compartilhando com os aparelhos ao redor um código randômico, assim aparelhos que identificarem este sinal guardam em seu registro para futura checagem.

Caso um usuário informe ao aplicativo que foi infectado seu registro de códigos anônimos é enviado para o servidor onde outros usuários podem checar se seu código bate com algum enviado ao servidor, caso ocorra significa que o usuário entrou em contato com um infectado, assim o informando para tomar as medidas de saúde pública definidas pelo seu governo.

“Eu mantenho controle do que eu transmiti, e você mantém controle do que escutou, e com isso nos permite dizer se alguém esteve em curta proximidade com uma pessoa infectada. Mas para estas transmissões, nós estamos usando técnicas de criptografia para gerar códigos randômicos, números rotativos, que não são apenas anônimos, mas pseudônimos, constantemente trocando seus ‘ID’ e com isto não consegue rastrear até um indivíduo”[FOY, Kylie, Ron Rivest Professor do MIT, entrevista ao site MIT News, Abril 2020]

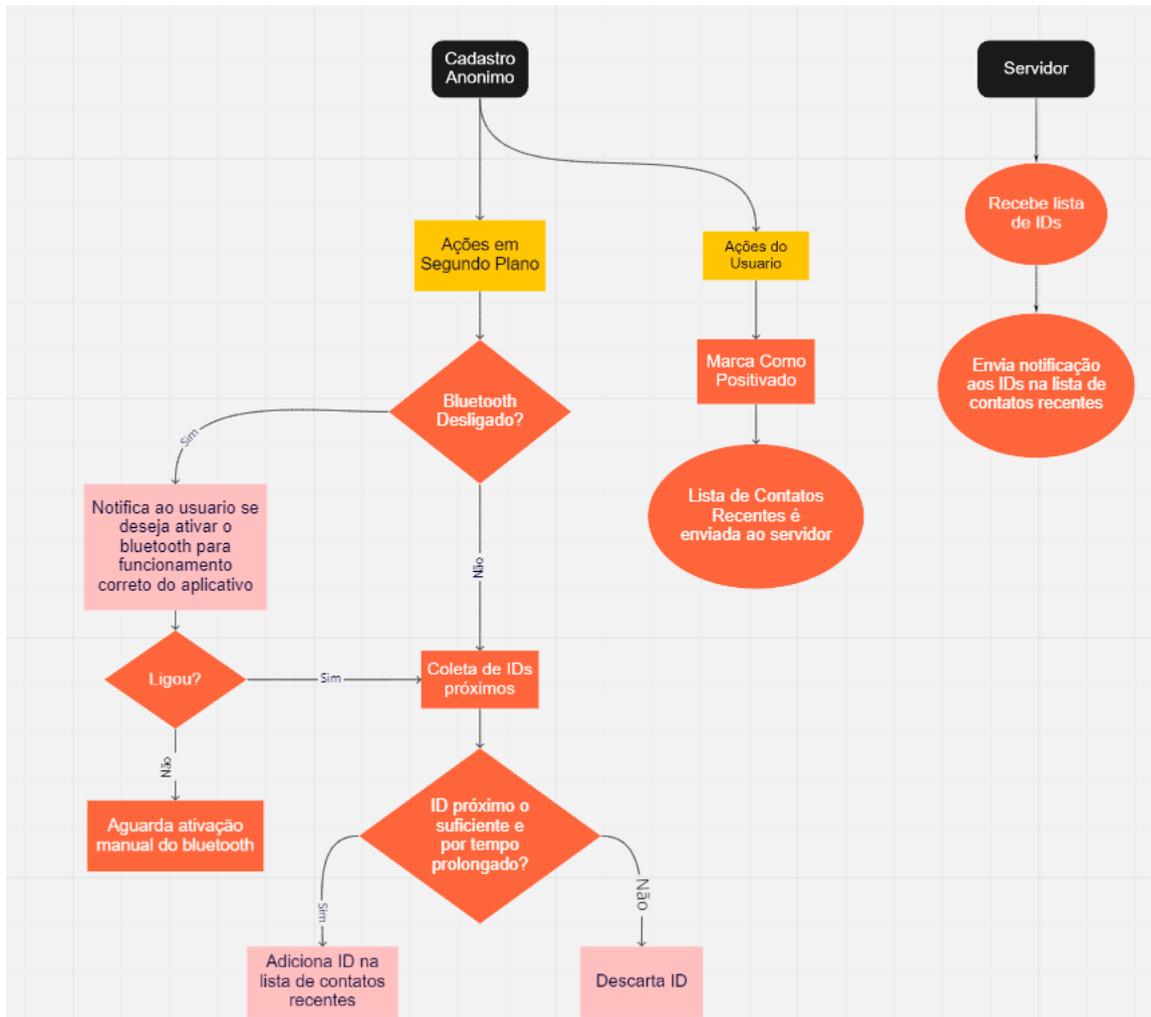
b. GPS & QR Code

O uso do método de navegação GPS é menos preciso para identificação de contato de pessoa entre pessoa, portanto pode ser usado para monitorar a locomoção das pessoas infectadas, por exemplo. Ou mesmo, como apontado por MBUNGE, Elliot, seria possível utilizar estes dados de localização e criar um modelo espacial sobre os focos de casos positivados para covid-19.

Por este fato também é interessante o uso de GPS com complemento de alguma outra tecnologia. Como o uso do QR Code, por exemplo, como informam SHAHROZ, Muhammad; AHMAD, Farooq; YOUNIS, Muhammad Shahzad; *et al.* em seu artigo, podendo o QR Code ser uma forma do usuário ativamente popular os dados do servidor lendo códigos espalhados por estabelecimentos e localidades, como foi o caso na China com a iniciativa do health code rules iniciativa do Alipay TAN, Shining. Aonde em determinados locais os cidadãos mediam sua temperatura e liam o QR Code, conforme o resultado da temperatura, a sua Cor no aplicativo mudava, com verde lhe dava livre acesso, amarelo isolamento de 14 dias, em casos mais graves vermelho, onde o cidadão era encaminhado ao hospital e uma quarentena de 14 dias.

Exemplo de Arquitetura

Figura 1 - Fluxograma de funcionamento



Fonte: Autor (2022)

Como forma de exemplificar um planejamento de arquitetura temos demonstrado na figura 1 como seria o funcionamento de uma aplicação utilizando uma abordagem simplificada com protocolo bluetooth e um servidor descentralizado sem complicadores e interações com sistemas governamentais seguindo os conceitos básicos da DP-3T (Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing) .

No lado do aplicativo com o qual o usuário entraria em contato, visando o anonimato do usuário, o cadastro seria feito de maneira automática. A partir do momento que o usuário aceitar os termos, será gerado um token aleatório para o dispositivo móvel, não exigindo nenhum dado pessoal na qual possa ligar o ID com o usuário. Por se tratar de de um servidor descentralizado utilizando bluetooth seria coletado o mínimo possível de dados que poderiam comprometer a anonimidade do usuário como por exemplo sua geolocalização.

Conforme o usuário se desloca, o aplicativo, através do bluetooth emite de forma periódica o token de seu usuário. Assim, caso alguém com a mesma aplicação esteja por perto e detectar essa aproximação, este token será salvo por ambos em uma lista de contatos recentes. Assim que uma das partes for diagnosticada positiva para COVID-19, o usuário diagnosticado envia essa informação para a aplicação, que envia para o servidor seu ID e seus contatos recentes, tendo assim a aplicação dos usuários verificando ao servidor se seu ID foi exposto a um ID positivado.

O servidor consta apenas dados de usuários positivados e aqueles que foram expostos, garantindo que quem não teve exposição todos os dados ficam armazenados localmente sob controle do usuário. Para mais controle de privacidade, os dados no servidor são programados para serem deletados após 14 dias no servidor, sendo esse o período máximo de incubação segundo a FIOCRUZ, em reportagem, onde varia entre 2 a 14 dias.

Dessa forma, temos assim uma aplicação na qual respeita a anonimidade do usuário assim como uma forma do usuário ter controle caso teve exposição e garantindo uma resposta rápida para se isolar evitando disseminar ainda mais o vírus.

5. LGPD

Segundo o Ministério Público Federal, a Lei Geral da Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que entrou em vigor no dia 18 de setembro de 2020, tem como principal objetivo proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade de cada pessoa. A LGPD cria um cenário de segurança jurídica, padronizando regulamentos e práticas para promover a proteção dos dados pessoais de todo cidadão que esteja no Brasil. A ANPD, Autoridade

Nacional da Proteção de Dados, é quem fiscaliza e aplica penalidades no caso de descumprimento da lei.

Toda e qualquer aplicação que contenha dados sensíveis de brasileiros deve estar adequada a LGPD, portanto, o estudo da mesma se torna um ponto importante deste tipo de aplicação quando funciona em solo brasileiro, pois lida com dados sensíveis, como por exemplo, localização do usuário. A Nova Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) modifica a forma como os dados pessoais devem ser processados pelas empresas no Brasil. Além das multas e sanções que o descumprimento das normas pode gerar, ela pode impactar principalmente a imagem da empresa e a confiabilidade que inspira no mercado. Conforme art. 1º.:

“Esta lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural” (Lei geral da proteção de dados, Lei 13.709/2018).

Além disso, é direito do titular dos dados:

“Art. 17. Toda pessoa natural tem assegurada a titularidade de seus dados pessoais e garantidos os direitos fundamentais de liberdade, de intimidade e de privacidade, nos termos desta Lei”. [L13709. Gov.br]

No Brasil, em 28 de Fevereiro de 2020 o Ministério da Saúde lançou o aplicativo Coronavírus-SUS, com o intuito de “conscientizar a população sobre o coronavírus”.

“Acessando o app, o cidadão vai saber como se prevenir e o que fazer em caso de suspeita e infecção. Também pode conferir se os sintomas que está sentindo são compatíveis com o da doença. A ferramenta, que conta com serviço de geolocalização, indica unidades de saúde próximas ao usuário.” - [Ministério da saúde, 2020]

Por meio de uma parceria, Google e Apple desenvolveram um framework de rastreamento de contato visando a segurança de dados e anonimidade do usuário, sendo este framework integrado ao sistema do Coronavírus-SUS por volta de julho de 2020 tendo os principais pontos desta tecnologia como:

- O app não coleta dados do perfil do usuário;

- Não determina a identidade do usuário e nem dos quais o mesmo teve em contato;
- Não é coletado nenhum dado de geolocalização, ou seja, o movimento do usuário não é rastreado;
- Os dados gravados no celular e as conexões com o servidor que os receberá são protegidos por criptografia;

Foi adicionado então uma cláusula nas políticas de privacidade do aplicativo indicando estar de acordo com a LGPD e que o único dado coletado é a “Chave identificadora do telefone móvel”. Porém, especialistas em proteção de dados ainda ficaram receosos, mesmo com essa informação. Em uma reportagem para a Tilt-Uol, Mariana Valente, relatou:

“Mariana Valente, diretora do InternetLab, destacou que a documentação apresentada pelas empresas era interessante, mas sem uma ANPD (Agência Nacional de Proteção de Dados) para garantir a ação da LGPD, o recurso é "uma interferência na liberdade das pessoas que coloca riscos, mais que benefícios". A criação da ANPD foi sancionada no ano passado, mas o órgão ainda não foi criado.”
[TRINDADE, Rodrigo, julho 2020]

Em Julho de 2020, época de lançamento desta funcionalidade a ANPD (Agência Nacional de Proteção de Dados) ainda não havia sido criada, tendo apenas surgido em 06 de novembro de 2020. Com isso, os receios destes especialistas seriam não ter uma agência reguladora na qual iria fiscalizar se estes aplicativos estariam realmente coletando apenas o que dizem coletarem.

6. Análise Coronavírus-SUS

Atualmente, em novembro de 2022, o Coronavírus-SUS do Ministério da Saúde brasileiro consta com mais de 10 milhões de downloads na loja de aplicativos da Google. Levando em conta o tamanho da população segundo o censo do IBGE de 2021, o Brasil conta em torno de 213 milhões de pessoas, o que torna uma adesão de ao aplicativo de em torno de 5% da população segundo reportagem de MARQUES, Eduardo para Mac Magazine , o que é relativamente baixo para o bom funcionamento deste tipo de ferramenta.

Podemos atribuir a este ‘fracasso’ de adesão em dois principais fatores. Primeiro, como a grande disparidade social no Brasil citada por Farias, Victor Varcelly em seu artigo ‘Coronavírus-SUS desafios do exercício da cidadania digital em tempos excepcionais’, onde uma das barreiras para o uso deste tipo de aplicação é a necessidade de um aparelho celular compatível com a tecnologia utilizada por estes aplicativos. Além da necessidade de se estar minimamente informado de como usar corretamente a ferramenta ou ter uma certa facilidade com o uso das novas tecnologias.

“No último trimestre antes que a pandemia de covid-19 se agravasse no Brasil, 12,646 milhões de famílias ainda não tinham acesso à internet em casa. Cerca de 39,8 milhões de brasileiros de 10 anos ou mais de idade não usavam a rede, e ainda havia 34.9 milhões de pessoas nessa faixa etária sem aparelho de telefone celular.” [CONTEÚDO, Estadão. 2021]

E, também, fato de que não houve ampla divulgação para uso da mesma, onde em uma matéria divulgada pelo Olhar digital em 15 de abril de 2021, escrita por SOARES, Lucas ‘Aplicativo do SUS para rastrear Covid-19 é pouco divulgado e fracassa por falta de uso’ onde indicam que o Governo Federal Brasileiro fez campanha de divulgação para o aplicativo apenas no seu mês de lançamento, na qual a função de rastreamento de contato ainda não havia sido implantada, o que nos leva a crer que mesmo a aplicação ter 10 milhões de downloads, podemos inferir que nem todos chegaram a ativar esta funcionalidade, reduzindo ainda mais as chances de sucesso dessa funcionalidade. Através da lei de acesso à informação TAGIAROLI, Guilherme, jornalista da Uol, conseguiu acesso aos números de casos reportados através da aplicação em um total de 1.573 testes positivos inseridos segundo o Ministério da Saúde.

Durante o desenvolvimento deste artigo, notamos também a falta de atualização que o aplicativo sofre, onde, atualmente, as informações sobre vacinas estão completamente desatualizadas. Além das 2 informadas pelo aplicativo Sinovac em parceria com o instituto Butantan e Sêrum em parceria com Oxford sendo desenvolvida por AstraZeneca e Fiocruz, temos também as vacinas produzidas pela Pfizer e Janssen na qual estão incluídas no plano vacinal do governo segundo o site da Anvisa, Ministério da saúde.

Figura 2 - Captura de tela do aplicativo Coronavírus-SUS referente às vacinas.



Existe vacina, medicamento ou tratamento?

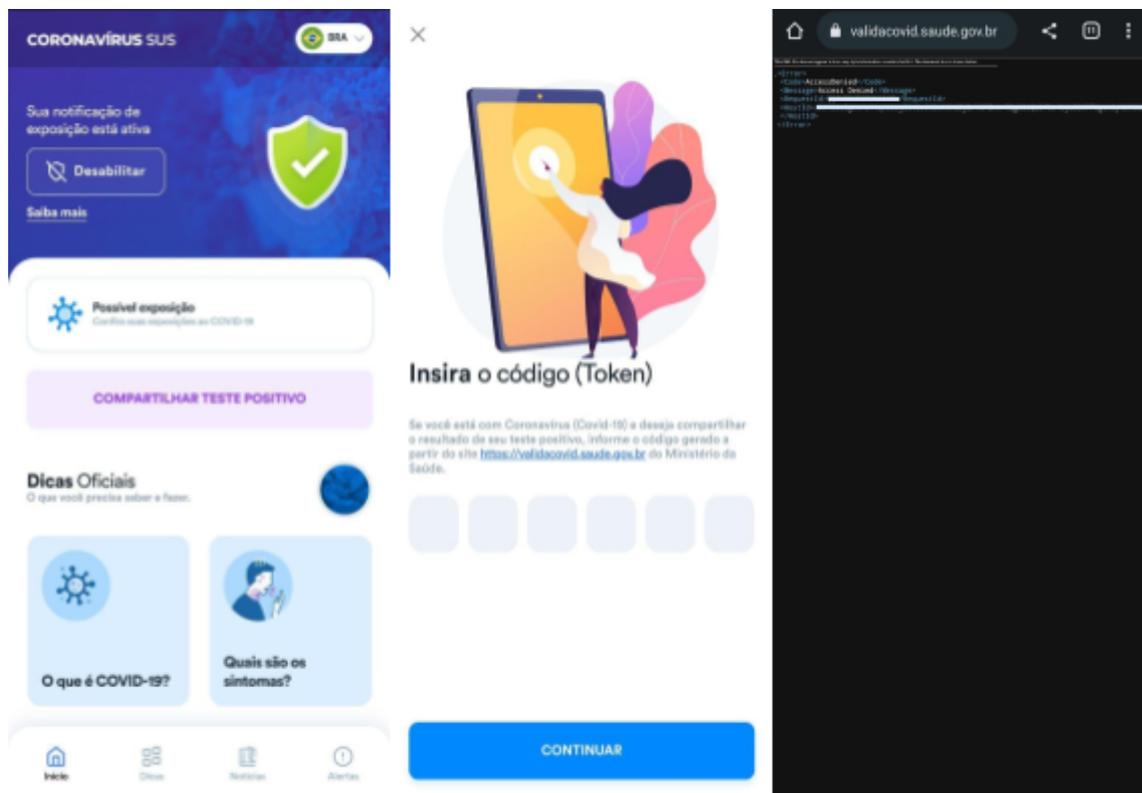
Atualmente as vacinas covid-19 para uso emergencial no Brasil pela Anvisa são do laboratório Sinovac (China), em parceria com o Instituto Butantan, e outra do laboratório Serum (Índia), em parceria com a Universidade Oxford, cuja tecnologia faz parte do acordo entre o laboratório AstraZeneca e BioManguinhos/Fiocruz. A vacinação contra a covid-19 tem como objetivo principal evitar internações e óbitos pela doença, principalmente entre os grupos de maior risco para agravamento.

O atendimento adequado dos casos suspeitos ou confirmados da covid-19 depende do reconhecimento precoce de sinais e sintomas da doença e monitoramento contínuo dos pacientes.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor

A falta de atualização não é somente em informações referentes a COVID-19, mas na funcionalidade de rastreamento, como apontado por NASCIMENTO, Douglas em sua reportagem para a Mac Magazine e testado por nós em 14 de novembro de 2022, onde o link apontado pelo aplicativo para a criação do token referente ao teste positivo na qual é necessário informar ao aplicativo se encontra fora do ar, pois ao que tudo indica foi alterado a URL de validacovid.saude.gov.br (Link incorreto presente na aplicação) para validacertidao.saude.gov.br (link funcional até o presente dia).

Figura 3 -Captura de tela Coronavírus-SUS - link quebrado



Fonte: Captura de tela Coronavírus - SUS - Autor

Por mais que tenha sido uma ótima iniciativa do governo a implementação desta funcionalidade, onde em um cenário favorável com maior número de usuários ativos seria uma ferramenta muito interessante para o combate a COVID-19. Houve muitas barreiras para seu funcionamento correto no Brasil, como barreiras sócio-econômicas impedindo o acesso a aparelhos compatíveis com a tecnologia, pouca divulgação do aplicativo e sua falta de atualizações, onde por mais que o usuário ainda tente usá-lo nos dias atuais irá se deparar com erros em seu funcionamento.

7. Conclusão

Em virtude dos aspectos analisados, podemos concluir que a tecnologia de rastreamento de contato é algo promissor que, se bem aplicado, pode facilitar muito o controle de prevenção de disseminação de doenças com rápida taxa de contaminação, como é o caso da COVID-19.

Cada abordagem de arquitetura levanta questões que devem ser respondidas antes de iniciar seu desenvolvimento. Se a entidade prioriza a segurança e anonimidade destes dados ou se prioriza maiores coletas, diferentes tipos de dados a fim de auxiliar ainda mais no combate a uma pandemia. Isso permite definir para uma abordagem centralizada ou descentralizada, onde em vista de anonimidade a descentralizada se torna a melhor opção, porém não possui os benefícios de integração com o sistemas governamentais, presentes na centralizada. O mesmo se infere a forma de identificar a exposição. O Bluetooth LE é interessante pelo fato de identificar exposições de forma mais eficiente e manter melhor a anonimidade do usuário, diferente do GPS, já que permite conferir trocas de mensagens entre os aparelhos próximos. Em contrapartida, não é possível gerar a partir do Bluetooth LE um mapa de calor dos pontos com maior presença de pessoas, para que as mesmas saibam quais pontos correm mais riscos de se exporem ao vírus. Cada escolha prioriza uma troca entre maior segurança e anonimidade por maiores informações e controle, sendo necessário um forte estudo, pela equipe da entidade responsável pelo aplicativo, sobre até que ponto é vantajoso e permitido por lei a troca entre anonimidade por maior volume de informação sobre seu usuário.

Esta abordagem de aplicativos no combate à pandemia acabou por não funcionar como o esperado, principalmente no Brasil, tanto por motivos sócio-culturais como até mesmo a falta de investimentos em propaganda e divulgação das aplicações, como no caso do aplicativo do Governo Federal, o Coronavírus-SUS. Sua abordagem ao problema é interessante, pois usa o framework da Google e Apple, onde o desenvolvimento foi focado para o anonimato do usuário. Porém, se poucas pessoas utilizam a aplicação, esta não consegue cumprir o seu papel, pois se torna muito difícil um usuário entrar em contato com outro usuário devido a vasta extensão territorial e tamanho da população brasileira, levando ao fracasso da aplicação.

Contudo, estas ferramentas são muito recentes e possuem diversas questões éticas para sua implementação, apesar de auxiliar na luta contra a expansão da doença. Para seu correto funcionamento são necessários dados extremamente sensíveis dos seus usuários, e também

dependendo da abordagem, uma constante atualização de sua geolocalização. Nestes casos, é necessário então que seja garantido ao usuário que seus dados não serão usados de forma indevida e que possam prejudicá-lo. No Brasil, possuímos a LGPD, Lei Geral da Proteção de Dados, e ANPD, Autoridade Nacional da Proteção de Dados, onde a ANPD visa fiscalizar para que esses aplicativos colem somente o que propõe, além de evitar roubo de dados, garantindo a integridade de quem acessa.

Referências

Advice for the public on COVID-19 – World Health Organization. Who.int.

Disponível em:

<<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>>.

Acesso em: 15 nov. 2022.

Coronavirus disease (COVID-19). Who.int. Disponível em:

<<https://who.int/health-topics/coronavirus>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

Superlotação: hospitais em estado de alerta. Gov.br. Disponível em:

<<https://www.imbituba.sc.gov.br/noticias/index/ver/codMapaItem/16434/codNoticia/658435>>

. Acesso em: 15 nov. 2022.

IEEE e ISO/IEC. Systems and Software Engineering - Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. ISO/IEC 42010 IEEE Std 1471-2000 Primeira Edição 2007-07-15, páginas c1–24, Julho 2007.

CHO, Hyunghoon; IPPOLITO, Daphne; YU, Yun William. Contact tracing mobile apps for COVID-19: Privacy considerations and related trade-offs. Disponível em:

<<http://arxiv.org/abs/2003.11511>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

LI, Jinfeng; GUO, Xinyi. COVID-19 contact-tracing Apps: A survey on the global deployment and challenges. arXiv [cs.CR], 2020. Disponível em:

<<http://arxiv.org/abs/2005.03599>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

PEPP-PT. Pepp-pt-documentation: Documentation for Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing (PEPP-PT). [s.l.: s.n., s.d.], 2020. Disponível em:

<<https://github.com/pepp-pt/pepp-pt-documentation>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

MIN, Tian and CAI, Wei. Portrait of decentralized application users: an overview based on large-scale Ethereum data. CCF Transactions on Pervasive Computing and Interaction, vol. 4, no. 2, p. 124–141, 2022. Disponível em: <<https://mypage.cuhk.edu.cn/academics/caiwei/paper/papers/MinC2022.pdf>>.

DP-3T , documents: Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing -- Documents. [s.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <<https://github.com/DP-3T/documents>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

TOSI, Jacopo; TAFFONI, Fabrizio; SANTACATTERINA, Marco; *et al.* Performance evaluation of Bluetooth Low Energy: A systematic review. Sensors (Basel, Switzerland), v. 17, n. 12, p. 2898, 2017. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/17/12/2898>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FOY, Kylie. Bluetooth signals from your smartphone could automate Covid-19 contact tracing while preserving privacy. MIT News | Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: <<https://news.mit.edu/2020/bluetooth-covid-19-contact-tracing-0409>>. Acesso em: 13 nov. 2022.

MBUNGE, Elliot. Integrating emerging technologies into COVID-19 contact tracing: Opportunities, challenges and pitfalls. Diabetes & metabolic syndrome, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871402120303325>>.

SHAHROZ, Muhammad; AHMAD, Farooq; YOUNIS, Muhammad Shahzad; *et al.* COVID-19 digital contact tracing applications and techniques: A review post initial deployments. Transportation Engineering, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.treng.2021.100072>>.

TAN, Shining. China's novel health tracker: Green on public health, red on data surveillance. Csis.org. Disponível em: <<https://www.csis.org/blogs/trustee-china-hand/chinas-novel-health-tracker-green-public-health-red-data-surveillance>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

FIOCRUZ. que é período de incubação e qual o período de incubação do novo coronavírus? Fiocruz. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/pergunta/o-que-e-periodo-de-incubacao-e-qual-o-periodo-de-incubacao-do-novo-coronavirus>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

O que é a LGPD? Mpf.mp.br. Disponível em: <<https://www.mpf.mp.br/servicos/lgpd/o-que-e-a-lgpd>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

L13709. Gov.br. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm>. Acesso em: 16 Nov. 2022.

Google apoia Ministério da Saúde na divulgação do aplicativo Coronavírus-SUS. Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2020/junho/google-apoia-ministerio-da-saude-na-divulgacao-do-aplicativo-coronavirus-sus>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

TRINDADE, Rodrigo. App Coronavírus SUS agora vai avisar quando usuário foi exposto; entenda. UOL. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/07/31/app-coronavirus---sus-adiciona-rastreamento-de-contatos-entenda.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

TRINDADE, Rodrigo. Contact tracing: ideia de monitoramento da Apple e Google é definitiva? UOL. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/05/12/contact-tracing-como-apple-e-google-querem-usar-bluetooth-contra-covid-19.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

IBGE. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação. Gov.br. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MARQUES, Eduardo. Apenas 5% dos brasileiros baixaram o app Coronavírus - SUS. MacMagazine. Disponível em: <<https://macmagazine.com.br/post/2021/01/06/apenas-5-dos-brasileiros-baixaram-o-app-coronavirus-sus/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

Farias, Victor Varcelly. (2020). Coronavírus-SUS desfaios do exercício da cidadania digital em tempos excepcionais. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/358357101_Coronavirus-SUS_desfaios_do_exercicio_da_cidadania_digital_em_tempos_excepcionais>

CONTEÚDO, Estadão. IBGE: um quinto dos brasileiros entrou na pandemia sem acesso à internet. Exame.com. Disponível em: <<https://exame.com/tecnologia/no-pre-covid-brasil-tinha-12-mi-de-familias-sem-acesso-a-internet-em-casa/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SOARES, Lucas. Aplicativo do SUS para rastrear Covid-19 é pouco divulgado e fracassa por falta de uso. Olhar Digital. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2021/04/15/coronavirus/aplicativo-do-sus-para-rastrear-covid-19-e-pouco-divulgado-e-fracassa-por-falta-de-uso/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

TAGIAROLI, Guilherme. App do SUS que monitora avanço da covid fracassa por falta de uso. UOL. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/04/14/falta-de-politica-nacional-faz-app-do-sus-flop-no-rastreamento-de-contato.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

NASCIMENTO, Douglas. App Coronavírus - SUS impede validação de teste de COVID-19. .MacMagazine. Disponível em: <<https://macmagazine.com.br/post/2022/01/26/app-coronavirus-sus-impede-validacao-de-teste-de-covid-19/>>. Acesso em: 13 nov. 2022

Vacinas. Anvisa, Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/paf/coronavirus/vacinas>>. Acesso em: 15 nov. 2022.