

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÉSSICA IARA PEGORINI

UM APLICATIVO DE RASTREAMENTO DE CONTATO PARA MAPEAR CASOS DE  
DOENÇAS ALTAMENTE INFECCIOSAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

CURITIBA PR

2023

JÉSSICA IARA PEGORINI

UM APLICATIVO DE RASTREAMENTO DE CONTATO PARA MAPEAR CASOS DE  
DOENÇAS ALTAMENTE INFECCIOSAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Informática no Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná.

Área de concentração: *Ciência da Computação*.

Orientador: Luiz Carlos Pessoa Albini.

Coorientador: Alinne Cristinne Corrêa Souza.

CURITIBA PR

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Pegorini, Jéssica Iara

Um aplicativo de rastreamento de contato para mapear casos de doenças altamente infecciosas em instituições de ensino superior. / Jéssica Iara Pegorini. – Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciência Exatas, Programa de Pós-Graduação em Informática.

Orientador: Luiz Carlos Pessoa Albini.

Coorientador: Alinne Cristinne Corrêa Souza.

1. Doenças infecciosas. 2. Aplicativos de rastreamento. I. Albini, Luiz Carlos Pessoa. II. Souza, Alinne Cristinne Corrêa. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Informática. IV. Título.

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação INFORMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JÉSSICA IARA PEGORINI** intitulada: **UM APLICATIVO DE RASTREAMENTO DE CONTATO PARA MAPEAR CASOS DE DOENÇAS ALTAMENTE INFECCIOSAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**, sob orientação do Prof. Dr. LUIZ CARLOS PESSOA ALBINI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 11 de Abril de 2023.

Assinatura Eletrônica

12/04/2023 18:14:32.0

LUIZ CARLOS PESSOA ALBINI  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

12/04/2023 10:46:19.0

LUCAS FERRARI DE OLIVEIRA  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

12/04/2023 15:14:08.0

LUCIANA SCHLEDER GONÇALVES  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

12/04/2023 11:22:07.0

ALINNE CRISTINNE CORRÊA SOUZA  
Coorientador(a) (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ - UTFPR)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força suficiente e permitir completar essa caminhada, permitindo que eu possa seguir novos rumos profissionais e acadêmicos.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por me permitir dois anos de formação acadêmica por meio do financiamento da minha pesquisa.

Agradeço a minha família, meu pai, mãe e irmã por terem sido a minha base, meu lar, meu apoio emocional e por não medirem esforços para me ajudar nos momentos de maior dificuldade.

Agradeço aos Mestres Luiz e Alinne que me escolheram, acreditaram na minha pesquisa e não mediram esforços para a realização dela.

Meu agradecimento em especial para você Alinne. Minha professora, minha orientadora, minha amiga e conselheira, por nunca, jamais ter desistido de mim mesmo quando eu mesma já tinha desistido. Obrigada Alinne!

Ao Jean e a Gabi, meu muito obrigada! Vocês sabem o quão foram importantes em todo esse processo, vocês sabem!

Meu agradecimento vai também a todos os meus amigos, colegas e familiares, que estiveram comigo durante toda essa caminhada. Cada um sabe a importância e o papel que desempenhou ao meu lado. Muito obrigada por estarem sempre comigo.

## RESUMO

Rastreamento de contato é um processo que tem como objetivo realizar o mapeamento de indivíduos portadores de doenças altamente infecciosas. Quando aplicado de forma sistemática, pode ajudar a evitar a disseminação dessas doenças e auxiliar na contenção da circulação dos indivíduos durante os períodos de transmissão do vírus. O uso da tecnologia, associada ao processo de mapeamento de contato entre indivíduos pode se tornar uma grande aliada para a contenção de pandemias. Diversos países adotaram o processo de rastreamento de contatos de forma digital, o qual é realizado por meio de aplicativos de celular capazes de mapear o contato entre os indivíduos por meio de interações via *Bluetooth* dos dispositivos. Através da construção de um *Mapeamento da Literatura Multivocal* foram identificados 73 aplicativos de rastreamento de contato desenvolvidos e utilizados em diversos países no contexto da pandemia de Coronavírus. No entanto, apesar da variedade de aplicativos existentes no mercado e que dispõem das funções de rastreamento de contato, foi identificado apenas um aplicativo destinado ao uso específico de um grupo de indivíduos. Estabelecer um público alvo visa concentrar os esforços de combate à doenças infecciosas em pequenas parcelas de indivíduos com o objetivo de quebrar cadeias de infecção. A partir desta perspectiva, foi desenvolvido um aplicativo de celular que tem como objetivo mapear as interações entre os usuários, a fim de monitorar e combater a disseminação de doenças infectocontagiosas e de fácil transmissibilidade. O aplicativo é destinado a atender especificamente instituições de ensino superior, onde o público alvo são os alunos, professores e servidores. Por meio de um estudo de caso realizado com 35 estudantes de uma instituição de ensino superior, o aplicativo foi avaliado seguindo o modelo de aceitação a tecnologia (TAM). A avaliação do aplicativo resultou em 80% de satisfação e a adoção por parte das instituições de ensino se mostra viável uma vez que os alunos concordam em utilizá-lo nas dependências dos *campi*. Nesse sentido, o Identifica se mostrou útil no que diz respeito ao mapeamento de casos positivos e notificação aos usuários expostos aos vírus de doenças infectocontagiosas por meio do contato próximo com um indivíduo doente. Dessa forma, tendo o uso do aplicativo como obrigatório dentro das instituições de ensino superior, ele pode vir a ser um aliado na luta contra a disseminação dessas doenças, uma vez que ele pode atuar no auxílio da identificação de casos positivos ajudando a evitar que os indivíduos transmitam a doença sem saber, uma vez que notificados poderão tomar as medidas necessárias quanto ao controle das doenças.

Palavras-chave: Doenças infecciosas. Rastreamento de contato. Rastreamento digital.

## ABSTRACT

Contact tracing is a process that aims to map individuals with highly infectious diseases. When applied systematically, it can help prevent the spread of these diseases and help to contain the circulation of individuals during periods of transmission of the virus. The use of technology, associated with the process of mapping contacts between individuals, can become a great ally for the containment of pandemics. Several countries have adopted the digital contact tracing process, which is carried out through cell phone applications capable of mapping the contact between individuals through interactions via *Bluetooth* devices. Through the construction of a *Multivocal Literature Mapping* 73 contact tracing applications developed and used in several countries in the context of the Coronavirus pandemic were identified. However, despite the variety of applications on the market that have contact tracing functions, only one application was identified for the specific use of a group of individuals. Establishing a target audience aims to concentrate efforts to combat infectious diseases on small portions of individuals with the aim of breaking infection chains. From this perspective, a mobile application was developed that aims to map the interactions between users, in order to monitor and combat the spread of infectious and contagious diseases of easy transmissibility. The application is specifically designed to serve higher education institutions, where the target audience is students, teachers and employees. Through a case study carried out with 35 students from a higher education institution, the application was evaluated following the technology acceptance model (TAM). The evaluation of the application resulted in 80% satisfaction and the adoption by educational institutions proves to be feasible since students agree to use it on *campi* premises. In this sense, the *Identifica* proved to be useful with regard to mapping positive cases and notifying users exposed to infectious and contagious disease viruses through close contact with a sick individual. In this way, with the use of the application as mandatory within higher education institutions, it can become an ally in the fight against the spread of these diseases, since it can help to identify positive cases, helping to prevent the individuals transmit the disease without knowing it, once notified they will be able to take the necessary measures regarding the control of the diseases.

Keywords: Infectious diseases. Contact tracking. Digital tracking.

## LISTA DE FIGURAS

1.1	Visão geral do processo de Rastreamento de Contato. . . . .	13
2.1	Visão geral do processo de condução do MLM . . . . .	17
2.2	Processo de condução literatura branca. . . . .	21
2.3	Processo de condução literatura branca. . . . .	21
2.4	Distribuição das fontes agrupadas de acordo com os métodos categorizados. . . . .	26
2.5	Distribuição dos aplicativos de acordo com os métodos de identificação de caso positivo. . . . .	29
2.6	Distribuição dos aplicativos de acordo com os métodos de estabelecimento de rede de contato. . . . .	30
2.7	Distribuição dos aplicativos de acordo com os métodos de notificação aos contatos expostos. . . . .	32
2.8	Distribuição das categorias de acordo com as fases do rastreamento de contato para cada aplicativo. . . . .	32
2.9	Apresentação de aplicativos que possuem funcionalidades semelhantes. . . . .	34
3.1	Visão geral do <i>Identifica</i> de acordo com as 3 fases do rastreamento de contato. . . . .	41
3.2	Tela inicial do aplicativo no primeiro contato que corresponde a EU01 da $f_1$ . . . . .	43
3.3	Telas referentes ao modo de funcionamento e questões de privacidade do aplicativo, as quais correspondem a EU02 e EU03 da $f_1$ . . . . .	43
3.4	Telas que apresentam os documentos que podem ser acessados pelo usuário e a concordância com termos de uso e políticas de privacidade e correspondem as EU04, EU05 e EU06 da $f_1$ respectivamente. . . . .	44
3.5	Telas referentes a ativação dos serviços do aplicativo que corresponde a EU07 da $f_1$ . . . . .	45
3.6	Tela inicial do <i>Identifica</i> que corresponde a EU07 da $f_2$ . . . . .	45
3.7	Telas referentes ao reporte de diagnóstico positivo que correspondem as EUs da $f_4$ . . . . .	46
3.8	Telas referentes a visualização de notificações de exposição referentes a EU09 da $f_3$ . . . . .	49
4.1	Planejamento do Estudo de Caso. . . . .	53
4.2	Distribuição dos participantes por sexo. . . . .	59
4.3	Número de participantes diagnosticados com Covid-19 durante a pandemia. . . . .	59
4.4	Percentual de participantes que sabe o que significa Rastreamento de contatos e que já utilizou aplicativos de monitoramento. . . . .	60
4.5	Percepção dos participantes sobre o aplicativo <i>Identifica</i> quanto ao estabelecimento de rede de contato e à notificação de um indivíduo quanto exposto. . . . .	61
4.6	Percepção dos participantes sobre a facilidade do uso do aplicativo <i>Identifica</i> . . . . .	62

4.7	Percepção dos participantes sobre a eficiência do aplicativo <i>Identifica</i> . . . . .	63
4.8	Percepção dos participantes sobre o uso e recomendação do aplicativo <i>Identifica</i> . . . . .	64
4.9	Métrica de Uso Real . . . . .	65

## LISTA DE TABELAS

2.1	Palavras-chave e sinônimos de cada QP. . . . .	19
2.2	Bases de dados utilizadas nas buscas pela literatura. . . . .	19
2.3	Visão Geral dos resultados alcançados.. . . . .	23
2.4	Categorização dos métodos utilizados para rastreamento de contato. . . . .	26
2.5	Categorias referentes a identificação de caso positivo (Fase 1). . . . .	28
2.6	Categorias referentes ao estabelecimento de rede de contato (Fase 2).. . . . .	30
2.7	Categorias referentes a identificação e notificação aos contatos expostos (Fase 3). . . . .	31
3.1	Principais funcionalidades de aplicativos de rastreamento de contato.. . . . .	39
3.2	Funcionalidades do aplicativo <i>Identifica</i> apresentadas por módulo. . . . .	41
3.3	Estórias do Usuário do aplicativo <i>Identifica</i> baseado nas funcionalidades. . . . .	42
4.1	Indicadores relacionados à métrica Utilidade Percebida (UP).. . . . .	56
4.2	Indicadores relacionados à métrica Facilidade do Uso Percebido (FUP). . . . .	56
4.3	Indicadores relacionados à métrica Atitude para Uso (AU). . . . .	57
4.4	Indicadores relacionados à métrica Intenção Comportamental para Uso (ICU).. . . . .	57
4.5	Indicadores relacionados à métrica Uso Real (UR). . . . .	57
4.6	Organização dos grupos para avaliar . . . . .	58
4.7	Sugestões dos participantes para melhorias do aplicativo <i>Identifica</i> .. . . . .	66

## LISTA DE ACRÔNIMOS

AU	Atitude para Uso
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
CE	Critério e Exclusão
CI	Critério de Inclusão
ER	Estabelecimento de Rede de Contato
EU	Estória de Usuário
FUP	Facilidade do Uso Percebido
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IC	Identificação de Caso Positivo
ICU	Intenção Comportamental para Uso
IoT	Internet das Coisas
LB	Literatura Branca
LC	Literatura Cinza
MFE	Melhoria em Funcionalidade existente
MLM	<i>Multivocal Literature Mapping</i>
NE	Notificação ao usuário Exposto
NFU	Nova Funcionalidade
OMS	Organização Mundial da Saúde
QP	Questão de Pesquisa
RF	Requisito Funcional
TAM	Modelo de aceitação a Tecnologia (do inglês <i>Technology acceptance model</i> )
UFPA	Universidade Federal do Pará
UnB	Universidade de Brasília
UP	Utilidade Percebida
UR	Uso Real

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	15
<b>2</b>	<b>MAPEAMENTO DA LITERATURA MULTIVOCAL</b>	<b>17</b>
2.1	PLANEJAMENTO	18
2.2	CONDUÇÃO	18
2.2.1	Processo de Busca	19
2.2.2	Definição das bases de dados, sites específicos e critérios de inclusão e exclusão	19
2.2.3	Avaliação da qualidade das fontes	22
2.2.4	Extração e Síntese de dados	22
2.3	RESULTADOS	22
2.3.1	Aplicativos que utilizam rastreamento de contato para detecção de covid-19 ( <i>QP<sub>1</sub></i> )	23
2.3.2	Métodos utilizadas para rastreamento de contato em aplicativos <i>mobile</i> ( <i>QP<sub>2</sub></i> )	26
2.3.3	Rastreamento de contato visando a detecção de Covid-19 ( <i>QP<sub>3</sub></i> )	28
2.3.4	Identificação das principais funcionalidades dos aplicativos ( <i>QP<sub>4</sub></i> )	33
2.4	AMEAÇAS A VALIDADE	35
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
<b>3</b>	<b>IDENTIFICA: UM APLICATIVO DE RASTREAMENTO DE CONTATO PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR</b>	<b>38</b>
3.1	VISÃO GERAL DO APLICATIVO DE RASTREAMENTO DE CONTATO <i>IDENTIFICA</i>	39
3.1.1	Estrutura do Aplicativo	40
3.2	MÓDULO 1 - ACESSO AO APLICATIVO	42
3.3	MÓDULO 2 - IDENTIFICAÇÃO E CONFIRMAÇÃO DE USUÁRIOS	46
3.4	MÓDULO 3 - ESTABELECIMENTO DA REDE DE CONTATO E NOTIFICAÇÃO	47
3.5	TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO <i>IDENTIFICA</i>	49
3.5.1	Prototipagem	49
3.5.2	Desenvolvimento <i>Front-end</i>	50
3.5.3	Desenvolvimento <i>Back-end</i>	50
3.5.4	Criação e identificação de um usuário	51
3.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51

<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO PARA AVALIAR A ACEITAÇÃO E USO DO APLICATIVO IDENTIFICA COM ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR</b>	<b>53</b>
4.1	DEFINIÇÃO E DESIGN DO ESTUDO DE CASO . . . . .	53
4.2	DEFINIÇÃO DOS PARTICIPANTES . . . . .	55
4.3	CONDUÇÃO . . . . .	55
4.3.1	Etapa 1 - Preparação do Questionário . . . . .	55
4.3.2	Etapa 2 - Coleta e Análise dos Dados. . . . .	57
4.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS . . . . .	58
4.4.1	Dados gerais dos participantes . . . . .	59
4.4.2	QP <sub>1</sub> : O quão o aplicativo <i>Identifica</i> ajuda a estabelecer uma rede de contato e notificar um indivíduo quando exposto a uma doença no contexto da Universidade? . . . . .	60
4.4.3	QP <sub>2</sub> : O quão fácil é o uso do aplicativo <i>Identifica</i> no contexto da Universidade? . . . . .	61
4.4.4	QP <sub>3</sub> : O quão eficiente é a adoção do aplicativo <i>Identifica</i> para o rastreamento de contato no contexto da Universidade? . . . . .	62
4.4.5	QP <sub>4</sub> : O quão o uso do aplicativo <i>Identifica</i> é mantido e recomendado no contexto da Universidade? . . . . .	63
4.4.6	QP <sub>5</sub> : O quão familiarizados estão os indivíduos com aplicativos de rastreamento de contato e satisfeitos com o uso do aplicativo <i>Identifica</i> no contexto da Universidade? . . . . .	64
4.4.7	Considerações gerais sobre o uso do <i>Identifica</i> . . . . .	65
4.4.8	<i>Feedbacks</i> que resultam em Novas funcionalidades . . . . .	65
4.4.9	<i>Feedbacks</i> que resultam em Melhorias de Funcionalidades Existentes. . . . .	66
4.5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS . . . . .	67
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>69</b>
5.1	CONTRIBUIÇÕES . . . . .	70
5.2	LIMITAÇÕES . . . . .	71
5.3	TRABALHOS FUTUROS . . . . .	72
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>73</b>
	<b>APÊNDICE A – REQUISITOS E ESTÓRIAS DE USUÁRIO DO APLICATIVO IDENTIFICA . . . . .</b>	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO IDENTIFICA POR MEIO DO MODELO DE ACEITAÇÃO DA TECNOLOGIA - TAM. . . . .</b>	<b>82</b>
	<b>APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) . . . . .</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pandemia de influenza de 1918, também conhecida como gripe espanhola, resultou na morte de mais de 50 milhões de pessoas no mundo todo, se tornando um dos eventos mais mortais da história. Dessa forma, o desafio de lidar com a pandemia de Covid-19 causada pela síndrome respiratória aguda grave coronavírus 2, remete a gripe de 1918, devido a sua proporção e transmissibilidade (Morens et al., 2020).

A Covid-19 é uma doença infectocontagiosa decorrente do vírus *SARS-CoV-2*, identificada inicialmente em dezembro de 2019 na China, quando casos de um tipo de pneumonia viral foram diagnosticados em um grupo de pessoas. Após a identificação desses casos, a Organização Mundial de Saúde (OMS) anunciou uma nova doença, a qual idosos, gestantes e pessoas com comorbidades, como diabetes e doenças cardiovasculares, poderiam ainda desenvolver sintomas mais severos da doença que em muitos casos, poderia ocasionar a morte desses pacientes (Bojja et al., 2020).

Com o decorrer do tempo, novos casos começaram a surgir, levando a população ao pânico com a hipótese de uma pandemia mundial. O primeiro caso confirmado no Brasil foi em 26 de fevereiro de 2020, na cidade de São Paulo - SP. Em 11 de março, a doença já havia se espalhado por 114 nações do mundo com aproximadamente 118 mil casos e cerca de 4 mil mortes, o que levou a OMS a declarar estado de pandemia devido a proporção e rapidez com que a doença se espalhou (World Health Organization, 2020).

Tendo em vista a alta periculosidade do vírus e o fato da medicina estar lidando com algo totalmente novo, a população foi orientada a adotar diversas medidas de contenção para tentar reduzir o avanço da doença. Dentre tais medidas, é importante ressaltar a utilização de álcool em gel, adoção de máscaras, distanciamento e isolamento social, além de períodos de quarentena e *lockdown* com fechamento de serviços não essenciais. Além dessas soluções, o trabalho remoto (do inglês, *home office*) também foi uma medida adotada por muitas empresas para não interromper suas atividades.

Por outro lado, uma medida que tem sido adotada para reduzir a propagação do contágio do Covid-19 é o rastreamento de contatos (do inglês, *contact tracing*). No contexto da epidemiologia, o rastreamento de contatos consiste em detectar os indivíduos que tiveram contato com um paciente testado positivamente para o vírus, a fim de diminuir temporariamente a circulação de pessoas que podem contaminar outras pessoas, mesmo que não apresentem sintomas (Fetzer e Graeber, 2020). A Figura 1.1 apresenta uma visão geral do rastreamento de contato, o qual é composto por três fases: *I*) identificação de caso positivo; *II*) rastreamento de contatos próximos; e *III*) notificação aos usuários expostos.

Na primeira fase (Identificação de caso positivo) busca-se identificar e confirmar um caso da doença por meio da comprovação dos pacientes que apresentaram sintomas correspondentes com a mesma. Dessa forma o indivíduo que apresentar os sintomas deverá realizar o teste e a partir do resultado pode-se comprovar ou descartar a suspeita de infecção. Ao ser confirmada a suspeita como um caso positivo, o indivíduo deve entrar em quarentena e, então, inicia-se o processo de rastreamento de contato.

A segunda fase (Rastreamento de contato) auxilia na identificação de casos suspeitos e quarentena da população. Dessa forma os esforços podem ser concentrados para indivíduos já diagnosticados ou em risco de contágio devido ao contato próximo com pacientes positivos (Klinkenberg et al., 2006). O rastreamento de contato e a quarentena para controle de epidemias

já foi aplicado com sucesso para outras doenças, como a varíola (Fenner et al., 1988) e para uma recente onda de SARS ocorrida em 2003 (Donnelly et al., 2003).

A terceira fase (Notificação aos usuários expostos) visa notificar os indivíduos que tiveram contato próximo com pacientes positivos e avisá-los a respeito do possível contágio, além de orientá-los sobre as medidas necessárias a serem adotadas. Nesta fase, os indivíduos notificados devem ser monitorados, a fim de identificar a presença ou não de sintomas. Caso venham a apresentá-los, os indivíduos deverão se isolar dos demais, testar e em caso positivo iniciar o tratamento, caso contrário, poderão sair do monitoramento. Na fase de monitoramento, os próprios indivíduos que recebem a notificação sobre a exposição devem tomar as medidas necessárias para quebrar a cadeia de infecção.

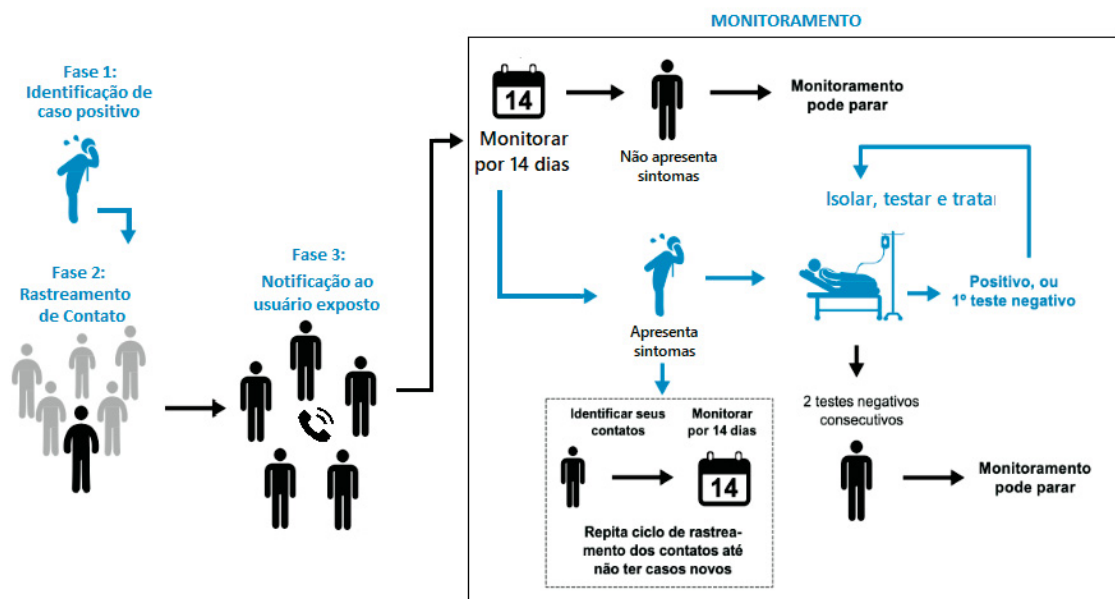


Figura 1.1: Visão geral do processo de Rastreamento de Contato.

Fonte: Adaptado de Sanarmed.org (2020).

Tendo em vista que a aplicação dessa medida de contenção para outras epidemias gerou resultados positivos para o controle das doenças, muitos países a adotaram para a pandemia do coronavírus e implantaram suas próprias formas de rastrear contatos. Ferretti et al. (2020) apresenta a opção de realizar o procedimento de rastreamento de contatos de forma digital por meio de aplicativos *mobile*. Ao utilizar esta forma de rastreamento, os indivíduos instalam um aplicativo em seus dispositivos móveis e por meio do uso deste são alertados automaticamente caso tenham contato com algum indivíduo testado positivamente.

O rastreamento digital por meio de aplicativos de celular acabou se tornando uma opção ainda mais atraente, tendo em vista os resultados da pesquisa de Altmann et al. (2020), a qual apresenta a aceitabilidade do público em geral quanto ao método. Os resultados da pesquisa apontam que os usuários se mostram favoráveis e dispostos a instalar um aplicativo com essa finalidade em seus celulares.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo apresentar estudos e aplicativos desenvolvidos para o contexto do rastreamento de contatos, que utilizam técnicas de rastreamento de contato de forma digital, bem como apresentar um aplicativo de rastreamento para identificar o contato e exposição à doenças infecciosas entre alunos, professores e servidores de instituições de ensino superior. Para o levantamento das evidências, foi desenvolvido e conduzido um *Mapeamento de Literatura Multivocal* (MLM) e os resultados alcançados por meio dele foram

utilizados como base para o desenvolvimento do aplicativo proposto, o qual foi avaliado por meio da realização de um estudo de caso com usuários, que teve como objetivo mensurar o uso e aceitação desse aplicativo levando em consideração o Modelo de Aceitação a Tecnologia (TAM).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Levando em consideração a era tecnológica e a crescente conectividade da população, várias abordagens de rastreamento de contato digital já foram propostas para o contexto da pandemia de Covid-19. Diversos aplicativos com o propósito de identificar a exposição dos indivíduos ao vírus foram lançados por diferentes países pelo mundo. Exemplos desses aplicativos são o *Corona-Warn-App*<sup>1</sup> lançado na Alemanha, o *Stayaway Covid*<sup>2</sup> lançado em Portugal e o *MI COVID Alert*<sup>3</sup> lançado nos Estados Unidos. Em (Nakamoto et al., 2020) é apresentado o *Cocoa*, aplicativo utilizado no Japão e em (Rodríguez et al., 2021) o aplicativo espanhol *Radar Covid*.

Muitos desses aplicativos, além do rastreamento de contato, também oferecem opção de checagem de sintomas, mapas de risco com pontos de alta circulação de pessoas, diagnósticos, informações sobre unidades de saúde entre outras funcionalidades, como é o caso do Aplicativo brasileiro Coronavírus-SUS<sup>4</sup>. Esse aplicativo foi inicialmente lançado para oferecer informações aos usuários e, posteriormente, sendo implementadas as funcionalidades de compartilhar teste positivo e de rastreamento de contato (Casa Civil, 2020). Outros dois aplicativos brasileiros, são o “*Tô de olho*”, desenvolvido em uma parceria entre o Instituto Metrôpole Digital e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Metropole Digital, 2020) e o *Coraticum*, fruto de um projeto da Universidade de Brasília que tem como objetivo auxiliar a testagem da população (UnB, 2020).

Apesar dos aplicativos de rastreamento de contato terem alcançado resultados satisfatórios, é possível ressaltar que a maior parte dos aplicativos foi desenvolvido para utilização da população em geral, o que pode vir a dificultar a adesão dos usuários ao aplicativo e retardar o processo de rastreamento de contato entre os indivíduos. Exemplos desses aplicativos de utilização geral são apresentados em Elmesalawy et al. (2020), Rodríguez et al. (2021) e Nakamoto et al. (2020).

Definir um público alvo específico ao qual será destinado o uso de um aplicativo com essa finalidade, torna o processo de rastreamento de contatos mais assertivo, uma vez que facilita o mapeamento da circulação de uma fração de indivíduos. Dessa forma é possível estabelecer a rede de contato de cada um dos indivíduos pertencentes a esse grupo preestabelecido. Uma vez notificado sobre uma possível exposição à uma doença, esses indivíduos poderão tomar as medidas necessárias para evitar a disseminação do vírus e a contaminação de indivíduos que não pertencem ao grupo ou que não frequentam os mesmos ambientes diariamente.

Um exemplo de aplicativo que possui um público alvo é o GoCoronaGo (GCG) (Simmhan et al., 2020), o qual se trata de um aplicativo de rastreamento de contato institucional, desenvolvido e avaliado experimentalmente no campus da Universidade IICs (Instituto Indiano de Ciência). O aplicativo é limitado somente para utilização interna em instituições autorizadas como campus universitário e parques de TI, dentro do território indiano. Para utilizar o GCG os colaboradores devem receber um código de utilização geralmente disponibilizado pelo departamento de TI das instituições inscritas no aplicativo.

Tendo como base os resultados do *Mapeamento de Literatura Multivocal* realizado nesse trabalho, foi possível identificar que apenas o GoCoronaGo (Simmhan et al., 2020) tem

<sup>1</sup><https://www.coronawarn.app/en/>

<sup>2</sup><https://stayawaycovid.pt/>

<sup>3</sup><https://www.michigan.gov/coronavirus/contain-covid/covidalert>

<sup>4</sup><https://www.gov.br/pt-br/apps/coronavirus-sus>

um público alvo específico, sendo ele voltado ao uso institucional na Índia. A partir dessas perspectivas, evidencia-se a relevância de apresentar um aplicativo *open source* de rastreamento de contato digital, que tenha um público alvo pré-estabelecido, uma vez que a utilização desse aplicativo visa concentrar os esforços do combate às doenças infectocontagiosas em uma pequena parcela de indivíduos.

Tendo em vista a suspensão dos calendários escolares devido a pandemia de Covid-19, busca-se apresentar um aplicativo de rastreamento de contato entre indivíduos que venha a auxiliar alunos, professores e servidores no retorno presencial às Instituições de Ensino Superior. O aplicativo poderá ser utilizado para o monitoramento indivíduos que podem transmitir doenças contagiosas aos demais indivíduos que também frequentam os mesmos locais.

Com o aplicativo proposto nesse trabalho, será possível identificar quando um usuário estiver exposto a uma doença infectocontagiosa, devido ao contato próximo com indivíduos diagnosticados. Jovens e adultos no papel de alunos, professores, servidores e demais funcionários das universidades de ensino superior, poderão utilizar o aplicativo para reportar casos positivos e serem notificados em caso de contato com um indivíduo contaminado com covid, gripe, sarampo, ou alguma outra doença contagiosa e de fácil transmissibilidade. Assim, por meio do uso do aplicativo, quando um indivíduo for diagnosticado positivo para alguma dessas doenças e reportar essa informação ao aplicativo, todos os demais indivíduos que tiveram contato recente com quem reportou, receberão uma notificação sobre uma exposição em seu aplicativo.

Além do aplicativo de rastreamento de contato, também é preciso fazer uma avaliação com os futuros usuários desse aplicativo. Essa avaliação é importante para identificar as percepções dos usuários quanto a aceitação e facilidade de uso do aplicativo. Por meio dessa avaliação será possível identificar se é viável a utilização do aplicativo dentro das Instituições de Ensino Superior bem como observar o desempenho do aplicativo no papel de auxiliar os usuários a diagnosticarem uma doença e serem notificados sobre o contato próximo com um indivíduo doente.

## 1.2 OBJETIVOS

Levando em consideração os pontos elencados na Seção anterior (Seção 1.1) o objetivo deste estudo é apresentar o *Identifica*, um aplicativo de rastreamento de contatos que tem como objetivo mapear a interação entre alunos, professores e servidores de instituições de ensino superior, a fim de identificar o contato e exposição dos usuários com doenças infectocontagiosas, a fim de diminuir a circulação de indivíduos que podem estar contaminando outros indivíduos saudáveis. Dessa forma, com base no objetivo geral são elencados os seguintes objetivos específicos que norteiam o desenvolvimento deste trabalho:

- Realizar um Mapeamento da Literatura Multivocal para identificar aplicativos de rastreamento de contatos;
- Realizar análise de diferentes aplicativos que utilizam rastreamento de contato digital;
- Propor e desenvolver o Aplicativo de Rastreamento de Contatos;
- Avaliar por meio de um estudo de caso o aplicativo desenvolvido.

## 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Além desta introdução na qual foi apresentada a contextualização, a justificativa e os objetivos do trabalho, esta dissertação apresenta mais cinco Capítulos. No Capítulo 2 é

apresentado o Mapeamento da Literatura Multivocal que foi realizado com o objetivo de identificar aplicativos móveis desenvolvidas para o rastreamento de contato entre usuários no contexto da pandemia de Covid-19. Além disso, nesse MLM também são demonstradas as principais constatações e questões em aberto que nortearam a dissertação.

No Capítulo 3 é apresentada a proposta para o desenvolvimento de um aplicativo móvel para rastreamento de contatos voltado ao ambiente universitário, bem como a metodologia utilizada. Em seguida, o Capítulo 4 apresenta o protocolo de avaliação experimental, que descreve o estudo de caso desenvolvido para a avaliação do aplicativo bem como os resultados alcançados. Para encerrar essa dissertação, no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais, contribuições e limitações, bem como os trabalhos futuros.

## 2 MAPEAMENTO DA LITERATURA MULTIVOCAL

O levantamento da literatura existente é fundamental para compreender o estado da arte sobre o tema que está sendo investigado. Para isso, diferentes técnicas como Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura têm sido utilizadas, a fim de coletar evidências de estudos primários em fontes científicas conhecidos como “literatura branca”. No entanto, estes tipos de técnicas não incluem evidências de outras fontes provenientes de blogs, sites específicos e demais sites da internet, as quais são conhecidas como “literatura cinza”.

A literatura cinza é importante ser considerada nesse processo de busca de evidências, pois fornece resultados relevantes sobre o estado prático de algumas tecnologias, opiniões e experiências de profissionais da área que não são publicadas em fontes científicas (Garousi e Küçük, 2018). Nesse sentido, para esta pesquisa foi realizado um *Mapeamento de Literatura Multivocal* (MLM), estudo que combina os resultados obtidos por meio da busca na literatura branca e literatura cinza.

O MLM apresentado neste Capítulo foi conduzido de janeiro a maio de 2021 e seguiu o processo proposto por Garousi et al. (2019), o qual é composto por 3 fases: (i) Planejamento, (ii) Condução e (iii) Apresentação dos resultados. No planejamento foi definido o objetivo do MLM e as Questões de Pesquisa (QPs). A condução apresenta o processo de busca, Critérios de Inclusão (CIs) e Critérios de Exclusão (CEs), o processo de seleção dos estudos primários selecionados na literatura branca e as aplicações *mobile* na literatura cinza, a extração e síntese dos dados e possíveis ameaças à validade do MLM. Por fim, na última fase foram apresentados os resultados alcançados. A Figura 2.1 ilustra o processo do MLM realizado.

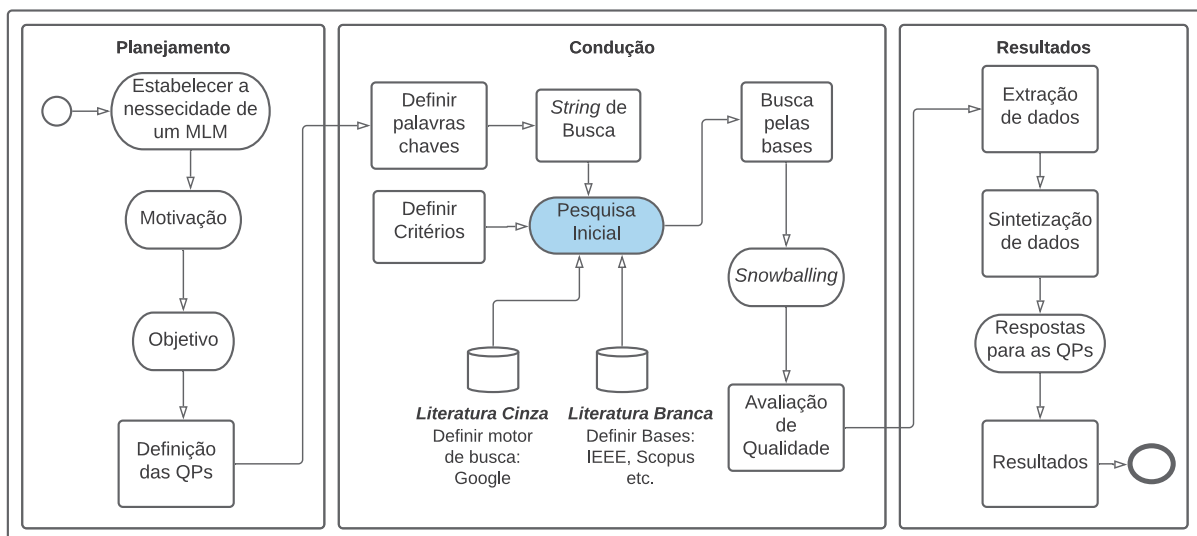


Figura 2.1: Visão geral do processo de condução do MLM

Fonte: Adaptado de Garousi et al. (2019).

O restante do Capítulo está organizado da seguinte forma: Na Seção 2.1 é apresentado planejamento do MLM; na Seção 2.2 é descrito o processo de condução do MLM; e na Seção 2.3 é realizada uma discussão e análise dos resultados alcançados e por fim a considerações finais na Seção 2.5.

## 2.1 PLANEJAMENTO

Devido a pandemia do Coronavírus (Covid-19) que assola o mundo, desde a descoberta do primeiro caso na China no final de 2019, muitas pesquisas e aplicativos estão sendo desenvolvidas na tentativa de minimizar a disseminação do vírus e a contaminação da população. Desta forma, devido ao grande volume de soluções existentes, a motivação para a condução do MLM é a identificação de aplicativos *mobile* desenvolvidos para o rastreamento de contato entre usuários no contexto da pandemia de Covid-19.

Nesse sentido, o MLM visa identificar técnicas que têm sido utilizadas para detectar usuário que testou positivo; indicar se este usuário teve contato com outras pessoas e calcular o risco de exposição; e a forma como este processo ocorre. A partir dessas necessidades foram definidas as seguintes QPs:

- **QP<sub>1</sub>: Quais os aplicativos *mobile* tem utilizado rastreamento de contato para detecção de covid-19?**

Nesta QP busca-se investigar quais aplicativos foram desenvolvidos especificamente para realizar o rastreamento de contato, ou seja, que permitem a comunicação entre os dispositivos que possuem o aplicativo instalado, a fim de identificar o contato entre indivíduos.

- **QP<sub>2</sub>: Quais métodos têm sido utilizados para rastreamento de contato em aplicações *mobile*?**

Esta QP visa identificar os métodos que têm sido utilizados pelos aplicativos para realizar a comunicação entre os usuários por meio do *smartphone*, podendo ser: *Global Positioning System (GPS)*, *Bluetooth*, sinais de *WI-FI*, entre outras.

- **QP<sub>3</sub>: Como tem sido realizado o rastreamento de contato visando a detecção de Covid-19?**

Nesta QP visa identificar as três fases do rastreamento de contato: *(i)* identificação do usuário com caso positivo; *(ii)* como ocorre a comunicação entre os dispositivos; e *(iii)* como é realizada a identificação e a notificação para contatos expostos com usuário identificado como positivo.

- **QP<sub>4</sub>: Quais são as principais funcionalidades dos aplicativos de rastreamento de contato?**

Esta QP visa investigar quais são as funcionalidades disponíveis em aplicativos de rastreamento de contato, a fim de identificar os requisitos funcionais e não funcionais de cada aplicativo.

## 2.2 CONDUÇÃO

O MLM deve ser conduzido por meio das cinco fases definidas por Garousi et al. (2019), as quais envolvem: *i)* processo de busca (Seção 2.2.1), normalmente realizado por meio de uma *string* de busca para literatura branca (literatura formal) e utilização de palavras-chaves na web para a literatura cinza; *ii)* seleção das fontes (Seção 2.2.2), que inclui definição das bases de dados e sites específicos a serem utilizados, e a definição de Critérios de Inclusão e Critérios de Exclusão para a seleção das fontes; *iii)* avaliação da qualidade (Seção 2.2.3), que visa definir uma lista de perguntas a fim de verificar a qualidade das fontes; e *iv)* extração e sintetização dos dados (Seção 2.2.4) na qual foi apresentada como os dados foram extraídos e sintetizados.

### 2.2.1 Processo de Busca

A partir da definição das 3 QPs referentes ao rastreamento de contato, foram definidas as palavras-chave e seus respectivos sinônimos, formando a *string* de busca. Na Tabela 2.1 são apresentadas as palavras chaves e os sinônimos para  $QP_{1,2}$  e  $3$ . Ressalta-se que não foram utilizados os sinônimos da  $QP_4$  na *String* de busca, uma vez que o foco da mesma era encontrar os aplicativos de rastreamento de contato, dessa forma essa questão de pesquisa virá a ser respondida com base na análise dos aplicativos retornados pela *string*.

Tabela 2.1: Palavras-chave e sinônimos de cada QP.

QP	Palavra-chave	Sinônimos
$QP_1$	<i>Covid-19</i>	<i>Corona, Coronavírus, SARS-COV2, Pandemic</i>
$QP_2$	<i>Mobile Application</i>	<i>Smartphone, App, Application</i>
$QP_3$	<i>Contact Tracking</i>	<i>Contact Exposure, Data Protection, Privacy Protection</i>

Com base nas palavras-chave e sinônimos foi criada a seguinte *string* para a busca na literatura branca: ((“*Covid-19*” OR *corona* OR *pandemic* OR “*SARS-COV2*” ) AND ( *smartphone* OR “*Mobile application*” ) AND ( “*data protection*” OR “*privacy protection*” OR “*contact tracing*”)). Já para a literatura cinza foram realizadas buscas por aplicativos *mobile* utilizando as palavras “*coronavírus*” e “*covid*”.

### 2.2.2 Definição das bases de dados, sites específicos e critérios de inclusão e exclusão

Após a criação da *string* e definição das palavras-chave foram selecionadas as bases de dados e os sites específicos para a busca. Para uma maior cobertura das fontes, na literatura branca foi realizada a busca automática e a busca por meio das referências dos estudos incluídos (*Snowballing*). As bases de dados, bem como os sites específicos utilizadas para a busca na literatura branca e cinza são apresentadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Bases de dados utilizadas nas buscas pela literatura.

Bases de Dados	Literatura	Endereço Eletrônico
ACM Digital Library	Branca	dl.acm.org
Cochrane Library	Branca	www.cochranelibrary.com
IEEE Explore	Branca	www.ieee.org
PMC	Branca	www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc
PubMed.gov	Branca	www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
Science Direct	Branca	www.sciencedirect.com
Scopus	Branca	www.scopus.com
SpringerLink	Branca	www.springer.com
Web of Knowledge	Branca	www.webofKnowledge.com
App Store	Cinza	www.apple.com/br/app-store
Google Play Store	Cinza	www.play.google.com
mHealth	Cinza	www.mhealth-hub.org
My Health Apps	Cinza	www.myhealthapps.net
Site Específico	Cinza	www.noticias.unb.br

Para apoiar a seleção das fontes que apresentam relevância para a pesquisa e respondem às QPs, foram definidos três Critérios de Inclusão (CI) e quatro Critérios de Exclusão (CE).

Esses critérios são definidos de acordo com as informações que serão identificadas e sintetizadas relacionadas à área da pesquisa, e a inclusão ou exclusão de uma fonte é determinada quando atendem ou não esses critérios, que são eles:

- **Critérios de Inclusão:**

- $CI_1$ : Fontes que apresentam aplicativos *mobile* utilizando métodos desenvolvidos para rastreamento de contato para detecção de Covid-19;
- $CI_2$ : Fontes que apresentam os métodos que têm sido utilizados para rastreamento de contato em aplicativos *mobile*;
- $CI_3$ : Fontes que apresentam utilização de algum método de rastreamento de contato para mapear a localização dos usuários e a possível exposição com o vírus.

- **Critérios de Exclusão:**

- $CE_1$ : Fontes que não apresentam aplicativos que utilizem métodos de rastreamento de contato;
- $CE_2$ : Fontes que apresentam abordagens desenvolvidas para outras plataformas que não sejam *mobile*;
- $CE_3$ : Fontes que não estejam escritos em inglês ou português;
- $CE_4$ : Fontes em que a versão completa não esteja disponível.

Os três Critérios de Inclusão ( $CI_1$ , ...,  $CI_3$ ) foram definidos por estarem relacionados diretamente às 3 Questões de Pesquisa. O mesmo se aplica aos Critérios de Exclusão 1 e 2 ( $CE_1$  e  $CE_2$ ), uma vez que serão desconsiderados estudos que não condizem com o tema da pesquisa. Já no caso do Critério de Exclusão 3 ( $CE_3$ ), foram considerados apenas estudos na língua inglesa ou portuguesa por se tratarem respectivamente da língua universal e língua nativa dos autores. Por fim, o Critério de Exclusão 4 ( $CE_4$ ) foi definido devido à algumas versões de estudos não estarem disponíveis para leitura.

Após definidas as bases de dados, sites específicos e Critérios de Inclusão e Exclusão, foi realizado o processo de seleção das fontes, onde destaca-se que os alguns estudos retornados da busca automática podem se repetir pelo fato de estar indexado em mais de uma base de dados, dessa forma a duplicidade de estudos deve ser eliminada antes do processo de seleção dos mesmos. A seleção dos estudos relevantes se dá por meio de etapas que utilizam 3 filtros de leitura para auxiliar no processo: *i*) Leitura de título e *abstract*; *ii*) Leitura da introdução e conclusão; e *iii*) Leitura do estudo na íntegra. Em cada filtro de leitura deve-se aplicar os critérios de inclusão e exclusão para definir se o estudo é relevante ou não para a pesquisa. A seguir será apresentada a visão geral do processo de seleção das fontes da literatura branca e cinza.

Na Figura 2.2 é apresentado o processo de busca na literatura branca, na qual foram analisados um total de 1235 estudos retornados pela busca automática. Desses, 318 estudos foram excluídos por serem repetidos entre as bases de dados. Na leitura do título e *abstract* 853 estudos foram excluídos por não atenderem à nenhum dos Critérios de Inclusão definidos anteriormente, restando 64 para a leitura da introdução e conclusão. Desses, apenas 29 estudos foram incluídos para a leitura na íntegra, uma vez que atenderam a pelo menos um dos Critérios de Inclusão. Após a leitura na íntegra dos 29 estudos restantes, foram incluídos 11 estudos considerados relevantes ao contexto da pesquisa por atender a pelo menos um Critério de inclusão. Além destes, foram incluídos mais 5 estudos por meio do *Snowballing* totalizando 16 estudos ao todo.

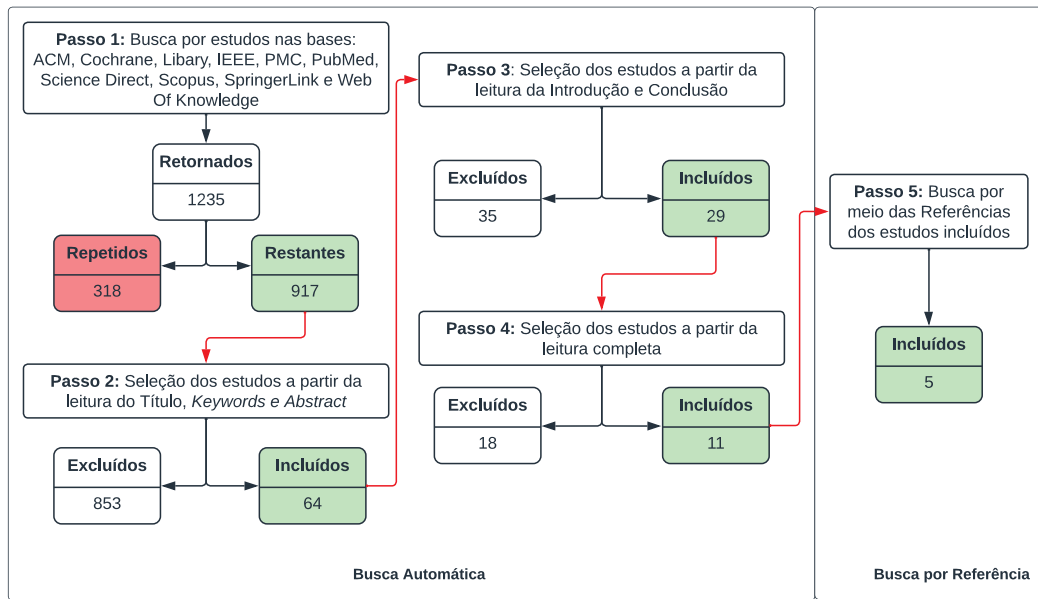


Figura 2.2: Processo de condução literatura branca.

Fonte: A autora

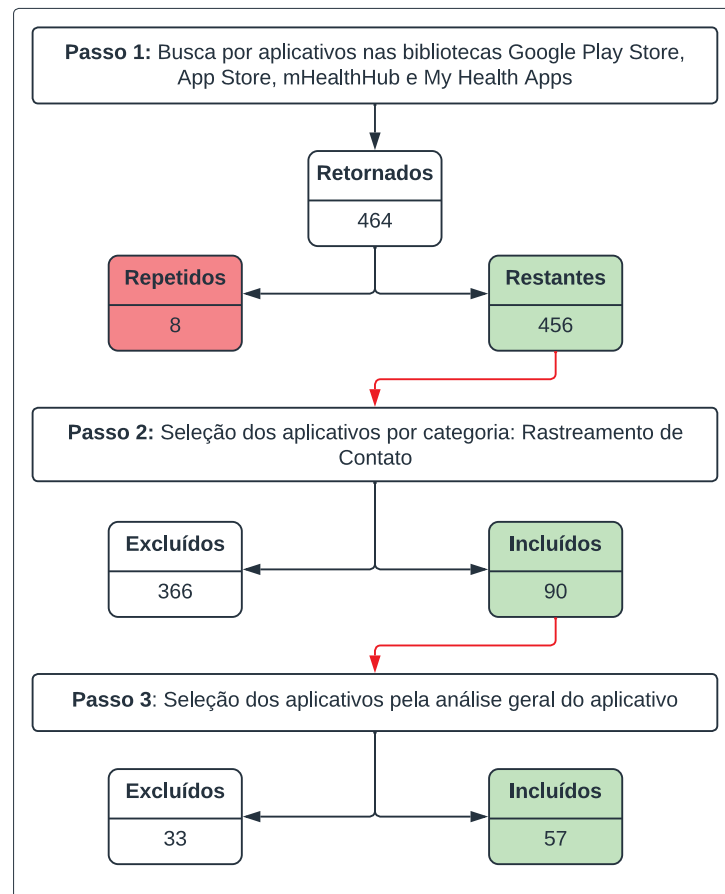


Figura 2.3: Processo de condução literatura branca

Fonte: A autora

A Figura 2.3 apresenta o processo de seleção da literatura cinza, onde 464 aplicativos *mobile* foram identificados. Desses 464 aplicativos, 8 eram repetidos e 366 foram excluídos

por não serem voltados especificamente para rastreamento de contato. Assim, por meio de uma análise geral das funções de cada um dos 90 aplicativos restantes, 57 aplicativos foram considerados relevantes ao contexto da pesquisa uma vez que se tratavam de aplicativos capazes de realizar o rastreamento digital de contato entre os usuários.

Portanto, de acordo com as fontes incluídas por meio da busca automática e *Snowballing* da literatura branca, bem como análise dos aplicativos retornados pela literatura cinza, foi possível obter um total de 73 aplicativos desenvolvidos para o combate ao Covid-19. Esses aplicativos possuem a função de rastrear todos os indivíduos que tiveram contato com um usuário confirmado positivamente para o vírus, e realizar o cálculo do risco de exposição desses contatos.

### 2.2.3 Avaliação da qualidade das fontes

A avaliação da qualidade de uma fonte de dados, visa determinar se uma fonte é válida ou não. A literatura branca normalmente segue um processo de revisão antes de ser publicada. Diferentemente, na literatura cinza dificilmente tem-se controle do que é publicado, assim é necessário criar uma lista com alguns critérios para guiar a avaliação de qualidade das fontes que serão selecionadas. Esses critérios incluem autoridade, objetividade, data, metodologia, entre outros.

Para o contexto desse MLM a extração dos dados da literatura branca levou em consideração estudos que apresentam uma proposta de rastreamento de contato voltada a pandemia de covid-19 e com data de publicação a partir do ano de 2020. Da mesma forma, para a literatura cinza levou-se em consideração os critérios de data e objetividade, sendo incluídos os aplicativos desenvolvidos a partir de 2020 que tinham como objetivo realizar o rastreamento de contato entre indivíduos.

### 2.2.4 Extração e Síntese de dados

Para facilitar a extração dos dados da literatura branca e cinza foram criadas planilhas automatizadas. Com a tabulação dos dados, foi possível extrair todas as informações relevantes de cada estudo (literatura branca), e cada aplicativo *mobile* (literatura cinza). Para literatura branca foram extraídos o título do estudo, ano de publicação, nome e país de origem do autor sendo considerado sempre o primeiro autor, tipo de publicação e avaliação, base da dados e por qual critério o estudo foi incluído ou excluído. Já para a literatura cinza, foram extraídos o nome dos aplicativos, o sistema operacional, data de publicação, país, serviços como: localização, notificação por exposição, uso de *Bluetooth* entre outros e funcionalidades. A partir desses dados foi possível responder as quatro QPs e categorizar os estudos e as aplicações *mobile* com base nas respostas das QPs.

## 2.3 RESULTADOS

Por meio da análise dos resultados da literatura branca, foi possível identificar 13 aplicativos de rastreamento de contato, sendo eles *ZE2-P3T* (Buccafurri et al., 2020), *SwissCovid* (Marcel et al., 2020), Aplicativo baseado em sensores (Nguyen et al., 2020), *TrackCOVID* (Yasaka et al., 2020), *PrivyTRAC* (Yu, 2020), *Tracy* (Elmesalawy et al., 2020), *Radar Covid* (Rodríguez et al., 2021), Aplicativo de rastreamento via *Bluetooth* (Abeler et al., 2020), *GoCoronaGo* (Simmhan et al., 2020), Abordagem habilitada para *smartphone* (Maghdid e Ghafoor, 2020), *COCOA* (Nakamoto et al., 2020), *Epic* (Altuwaiyan et al., 2018) e *Enatec* (Prasad e Kotz, 2017). Além desses aplicativos também são apresentados três protocolos que registram encontros entre dispositivos em Berke et al. (2020); Bay et al. (2020) e Ng et al. (2021). Outros 57 aplicativos

foram identificados pela literatura cinza, os quais têm como principal objetivo o rastreamento de contato entre usuários. Por meio desses resultados, foi possível responder as três QPs definidas anteriormente.

Apesar do primeiro caso de Covid ter surgido ao final do ano de 2019 e a busca automática concentrar-se na identificação de evidências sobre o rastreamento de contato desenvolvido para o contexto dessa pandemia, vale ressaltar a inclusão de dois estudos desenvolvidos anteriormente à essa data. Esses estudos tratam-se dos apresentados por Altuwaiyan et al. (2018) e Prasad e Kotz (2017). Como mencionado anteriormente (Subseção 2.2.3), a busca automática teve foco em evidências publicadas a partir de 2020, porém ambos os estudos foram retornados por meio da técnica de *Snowballing*, que trata-se da busca pelas referências dos estudos já incluídos a fim de verificar se existem estudos relevantes ao contexto da pesquisa que não foi retornado pela busca automática.

Dessa forma, tendo em vista que esses estudos foram utilizados como base para as propostas de estudos incluídos pela busca automática, ambos foram analisados e por meio dessa análise foram identificadas propostas de aplicativos de rastreamento, que apesar de não serem voltados especificamente para o contexto da pandemia de Covid, contemplam o objetivo da busca e se encaixam em pelo menos um critério de inclusão o que os tornam relevantes a pesquisa, e por isso inclusos nesse Mapeamento.

### 2.3.1 Aplicativos que utilizam rastreamento de contato para detecção de covid-19 ( $QP_1$ )

Tendo em vista que a  $QP_1$  visa investigar quais aplicações *mobile* têm sido desenvolvidas para realizar o rastreamento de contato, foram identificados 70 aplicativos e 3 protocolos, totalizando 73 resultados. A Tabela 2.3 apresenta uma visão geral dos aplicativos identificados a partir das buscas, dividida entre literatura branca e literatura cinza. Na Tabela é apresentada a referência do estudo/aplicativo (coluna 2), país de origem (coluna 3), ano de publicação (coluna 4), tipo de inclusão e base de dados ou site específico em qual cada fonte retornou (colunas 5 e 6).

Tabela 2.3: Visão Geral dos resultados alcançados.

ID	Referência/Nome	País	Ano	Tipo	Base/Site
1	Buccafurri et al. (2020)	Itália	2020	LB	Scopus
2	Marcel et al. (2020)	Suíça	2020	LB	Scopus
3	Nguyen et al. (2020)	Reino Unido	2020	LB	Scopus
4	Yasaka et al. (2020)	EUA	2020	LB	Scopus
5	Yu (2020)	EUA	2020	LB	Scopus
6	Elmesalawy et al. (2020)	Egito	2020	LB	Scopus
7	Rodríguez et al. (2021)	Espanha	2021	LB	PubMed
8	Abeler et al. (2020)	Alemanha	2020	LB	PubMed
9	Simmhan et al. (2020)	Índia	2020	LB	PubMed
10	Maghdid e Ghafoor (2020)	Iraque	2020	LB	Cochrane Library
11	Nakamoto et al. (2020)	Japão	2020	LB	PMC
12	Berke et al. (2020)	EUA	2020	LB	<i>Snowballing</i>
13	Altuwaiyan et al. (2018)	EUA	2018	LB	<i>Snowballing</i>
14	Bay et al. (2020)	Cingapura	2020	LB	<i>Snowballing</i>
15	Prasad e Kotz (2017)	EUA	2017	LB	<i>Snowballing</i>
16	Ng et al. (2021)	Japão	2020	LB	<i>Snowballing</i>

Continuação na próxima página

Tabela 2.3 – continuação da página anterior.

ID	Referência/Nome	País	Ano	Tipo	Base/Fonte
17	<i>Care 19 Diary</i>	EUA	2020	LC	mHealth
18	<i>Contact Tracing</i>	EUA	2020	LC	mHealth
19	<i>Stop Covid</i>	França	2020	LC	mHealth
20	<i>Aarogya Setu</i>	Índia	2020	LC	mHealth
21	<i>KORONA STOP LT</i>	Lituânia	2020	LC	mHealth
22	<i>TousAntiCovid</i>	França	2020	LC	mHealth
23	<i>COVID Alert Malta</i>	Malta	2020	LC	mHealth
24	<i>CoronaAlert</i>	Bélgica	2020	LC	mHealth
25	<i>Koronavilkku</i>	Finlândia	2020	LC	mHealth
26	<i>Stayway Covid</i>	Portugal	2020	LC	mHealth
27	<i>CoronaMelder</i>	Holand	2020	LC	mHealth
28	<i>ProteGO Safe</i>	Polônia	2020	LC	mHealth
29	<i>OstaniZdrav</i>	Eslovênia	2020	LC	mHealth
30	<i>NHS Covid-19</i>	Inglaterra	2020	LC	mHealth
31	<i>Hoia</i>	Estônia	2020	LC	mHealth
32	<i>Stop Covid</i>	Geórgia	2020	LC	mHealth
33	<i>StopKorona!</i>	Macedônia do Norte	2020	LC	mHealth
34	<i>Apturi Covid Latvia</i>	Letônia	2020	LC	mHealth
35	<i>VirusRadar</i>	Hungria	2020	LC	mHealth
36	<i>Immuni</i>	Itália	2020	LC	mHealth
37	<i>Covid Tracker Ireland</i>	Irlanda	2020	LC	mHealth
38	<i>Smitte   PARE</i>	Dinamarca	2020	LC	mHealth
39	<i>Corona-Warn-App</i>	Alemanha	2020	LC	mHealth
40	<i>Smittestopp</i>	Noruega	2020	LC	mHealth
41	<i>Stop Corona</i>	Áustria	2020	LC	mHealth
42	<i>Rakning C-19</i>	Islândia	2020	LC	mHealth
43	<i>eRouška</i>	Republica Tcheca	2020	LC	mHealth
44	<i>CovTracer</i>	Chipre	2020	LC	mHealth
45	<i>SlowCOVIDNC</i>	EUA	2020	LC	Play Store
46	<i>GuideSafe™</i>	Alabama	2020	LC	Play Store
47	<i>COVID Defense</i>	EUA	2020	LC	Play Store
48	<i>Coviwise</i>	EUA	2020	LC	Play Store
49	<i>COVID Alert DE</i>	EUA	2020	LC	Store
50	<i>Alerta Covid NJ</i>	EUA	2020	LC	Store
51	<i>WA Exposure Notifications</i>	EUA	2020	LC	Play Store
52	<i>DC CAN</i>	EUA	2020	LC	Play Store
53	<i>Covid Alert CT</i>	EUA	2020	LC	Play Store
54	<i>MI Covid Alert</i>	EUA	2020	LC	Play Store
55	<i>NM Notify</i>	México	2020	LC	Play Store
56	<i>WI Exposure Notification</i>	EUA	2020	LC	Play Store
57	<i>COVIDaware MN</i>	EUA	2020	LC	Play Store
58	<i>CO Exposure Notifications</i>	EUA	2020	LC	Play Store
59	<i>Covid Watch Arizona</i>	EUA	2020	LC	Play Store
60	<i>Care19 Alert</i>	EUA	2020	LC	Play Store
61	<i>UT Exposure Notifications</i>	EUA	2020	LC	Play Store

Continuação na próxima página

Tabela 2.3 – continuação da página anterior.

ID	Referência/Nome	País	Ano	Tipo	Base/Fonte
62	<i>COVID Trace Nevada</i>	EUA	2020	LC	<i>Play Store</i>
63	<i>CA Nootify</i>	EUA	2020	LC	<i>Play Store</i>
64	<i>AlohaSafe Alert</i>	Havaí	2020	LC	<i>Play Store</i>
65	<i>CombatCOVID MDC</i>	EUA	2020	LC	<i>Play Store</i>
66	<i>Coalition App</i>	EUA	2020	LC	<i>Play Store</i>
67	<i>Coronavírus - SUS</i>	Brasil	2020	LC	<i>Play Store</i>
68	<i>Tô de olho</i>	Brasil	2020	LC	<i>Play Store</i>
69	<i>CovidRadar.mx</i>	México	2020	LC	<i>App Store</i>
70	<i>TraceCovid</i>	Emirados Árabes	2020	LC	<i>App Store</i>
71	<i>TraceTogether</i>	Cingapura	2020	LC	<i>App Store</i>
72	<i>NZ COVID Tracer</i>	Nova Zelândia	2020	LC	<i>App Store</i>
73	<i>Coraticum</i>	Brasil	2020	LC	www.noticias.unb.br

Tendo em vista que a  $QP_1$  visou identificar os aplicativos que realizam o rastreamento de contato para detecção e contenção do vírus, observou-se que dos 16 resultados alcançados por meio da Literatura Branca, 13 se tratam de aplicativos que realizam essa função. A rede de baixa energia *Bluetooth* é a mais utilizada nos aplicativos identificados, porém foram identificadas algumas propostas envolvendo a utilização de sensores do dispositivo (Nguyen et al., 2020), localização do *smartphone* (Yu, 2020) e sinais de redes *Wi-fi* que capturam e encapsulam locais e horários em que usuários estiveram em determinados pontos (Prasad e Kotz, 2017).

Dos 57 aplicativos selecionados pela Literatura cinza, 28 foram provenientes das lojas de aplicativos (*Google Play Store* e *App Store*). Alguns exemplos são os aplicativos *Stayaway COVID*, *OstaniZdrav*, *Slow COVID NC*, *GuideSafe™*, *COVIDWISE*, *Covid Watch Arizona*, *Alerta COVID NJ*, *CA Nootify*, *Coronavírus - SUS*. Esses aplicativos, por exemplo, guardam internamente uma lista com informações sobre contatos com outros usuários que possuam o mesmo aplicativo instalado. Nesse cenário, caso um usuário seja diagnosticado positivamente ele poderá informar um código de validação para o aplicativo que enviará uma notificação de possível exposição a essa lista de contatos. Esse código de validação geralmente é disponibilizado pelo órgão de saúde local, a fim de evitar falsos positivos e fraudes.

Os outros 29 aplicativos selecionados pela LC foram provenientes de repositórios de aplicativos (*My Health Apps* e *My Health Apps e mHealth* e sites específicos). Aplicativos como *KORONA STOP LT*, *CoronaAlert* e *CoronaMelder* são aplicativos que tem como objetivo alertar os usuários quando esses estiveram em contato próximo com algum indivíduo que tenha testado positivo para o vírus nos últimos 14 dias.

Todos os outros 57 aplicativos estão disponíveis para utilização dentro do país de origem e são gratuitos para que os usuários realizem o *download*. Dentre os aplicativos analisados, alguns utilizam o serviço de GPS para o processo de rastreamento de contatos, como é o caso do *NHS Covid-19* e o *Rakning C-19*. Estes aplicativos são baseados respectivamente no *check-in* de usuários em locais públicos para identificar interações entre usuários e na identificação de viagens dos usuários a fim de analisar suas movimentações em relação aos usuários diagnosticados. Apesar de realizarem o processo de rastreamento, são baseados em localização e não se assemelham ao aplicativo proposto neste estudo.

Aplicativos como o *Stop Covid - ProteGO Safe*, *Apturi Covid Latvia – SPKC*, *Covid Tracker Ireland*, *UT Exposure Notifications* e *AlohaSafe Alert* tem como objetivo notificar

o usuário caso ele tenha tido contato próximo e por mais de 15 minutos com um usuário diagnosticado, ou que venha a ser diagnosticado posteriormente ao contato, dessa forma são os que mais se assemelham ao contexto da proposta desse estudo, uma vez que o aplicativo proposto tem como identificar o contato próximo por mais de 15 minutos entre os usuários.

### 2.3.2 Métodos utilizadas para rastreamento de contato em aplicativos *mobile* ( $QP_2$ )

Esta QP buscou investigar os métodos utilizados para realizar a comunicação entre os dispositivos. Para esta QP foram identificadas sete métodos diferentes, os quais foram classificados em sete categorias conforme apresentadas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4: Categorização dos métodos utilizados para rastreamento de contato.

<b>Categoria</b>	<b>Métodos</b>
$C_1$	<i>Global Positioning System - GPS</i>
$C_2$	<i>Bluetooth</i>
$C_3$	<i>Bluetooth Low Energy - BLE</i>
$C_4$	Sensores do <i>smartfone</i>
$C_5$	<i>Global Navigation Satellite System - GNSS</i>
$C_6$	Gráfico de transmissão
$C_7$	<i>WI-FI</i>

A Figura 2.4 apresenta a visão geral dos resultados agrupados pelas referentes categorias, onde é possível observar que 64% (47/73) dos aplicativos identificados utilizam *Bluetooth* ( $C_2$ ) para realizar o rastreamento de contato, sendo eles a grande maioria.

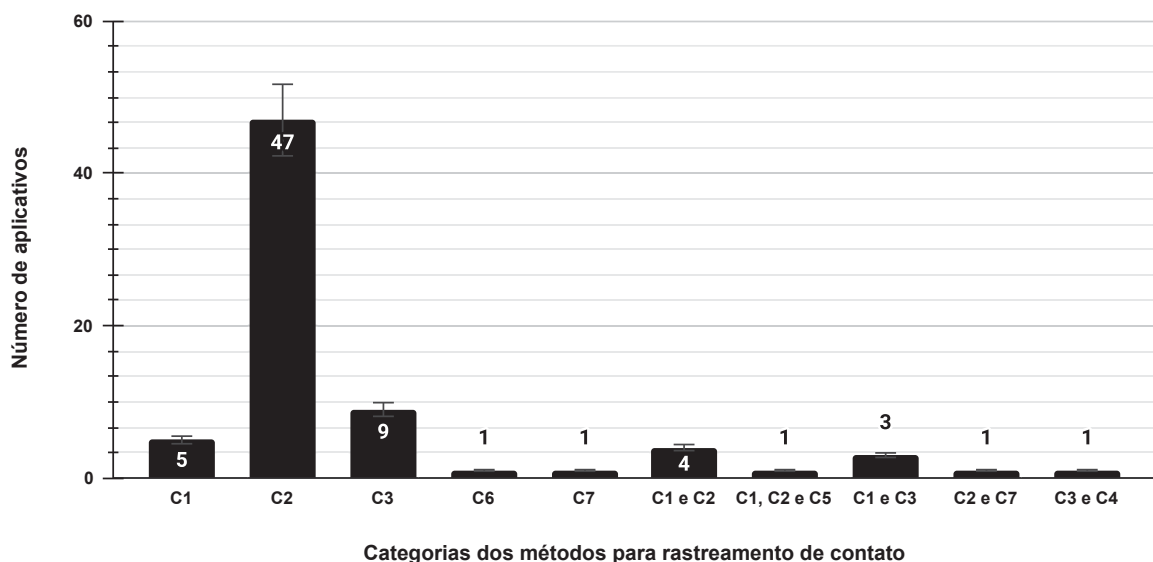


Figura 2.4: Distribuição das fontes agrupadas de acordo com os métodos categorizados.

Fonte: A autora

Pode-se notar que mais da metade dos aplicativos analisados utilizam essa tecnologia como principal método para o rastreamento de contatos. Isso possivelmente deve-se ao fato de que além do *Bluetooth* ser uma tecnologia barata e de baixo consumo de energia, ele permite a transmissão de dados simultaneamente e de forma que não identifique propriamente o usuário do

aplicativo. O *Bluetooth* permite aos dispositivos emitirem um sinal que é capturado e registrado pelos demais dispositivos próximos, mantendo uma lista de identificadores anônimos de aparelhos que estiveram em contato. Dessa forma, quando um usuário indicar que testou positivo para a doença, a lista de identificadores registrados pelo aplicativo deste indivíduo será utilizada para enviar uma notificação aos aparelhos que estiveram em contato próximo, e que podem ter sido expostos ao vírus.

Além desses 47 aplicativos, ainda foi identificado que 5% (4/73) dos aplicativos utilizam o *Bluetooth* juntamente com o GPS ( $C_2$  e  $C_1$ ) para realizar o processo de rastreamento, sendo eles o *Contact Tracing*, *Stop Covid*, *Aarogya Setu* e *VirusRadar*. É importante destacar que o aplicativo apresentado por Maghdid e Ghafoor (2020) combina o uso do *Bluetooth* com GPS e GNSS ( $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_5$ ), bem como o aplicativo apresentado em Altuwaiyan et al. (2018) que utiliza *Bluetooth* e *WI-FI* ( $C_1$  e  $C_7$ ).

Outros 12% (9/73) aplicativos (*Rouška*, *GuideSafe™*, *COVID Defense*, *COVIDWISE*, *DC CAN*, *MI COVID Alert*, *COVID Trace Nevada*, *Marcel et al. (2020)* e *Abeler et al. (2020)*) utilizam BLE ( $C_3$ ); 7% (5/73) dos aplicativos (*Care19 Diary*, *RAKNING C-19*, Yu (2020); Elmesalawy et al. (2020) e o protocolo apresentado em Berke et al. (2020)) utilizam GPS ( $C_1$ ). O aplicativo apresentado por Yasaka et al. (2020) utiliza Gráfico de transmissão ( $C_6$  1%) e o apresentado por Prasad e Kotz (2017) utiliza *WI-FI* ( $C_7$  1%). Por fim, também foi identificado que o aplicativo proposto por Nguyen et al. (2020) combina BLE com sensores do Smartphone ( $C_3$  e  $C_4$  1%) e 4% (3/73) dos aplicativos utilizam GPS e BLE ( $C_1$  e  $C_3$ ), sendo eles *Immuni*, o Gocoronago apresentado em Simmhan et al. (2020) e o aplicativo apresentado por Buccafurri et al. (2020).

Assim como o *NHS Covid-19* e o *Rakning C-19* identificados pela LC, o *PrivyTRAC* proposto por Yu (2020) também é um aplicativo de rastreamento baseado em localização ( $C_1$ ), que tem como objetivo a partir dos casos confirmados, inferir o risco de infecção por COVID-19 em determinados locais e horários. O aplicativo permite que os indivíduos avaliem o risco de exposição a partir do histórico dos seus próprios movimentos. Nesse aplicativo o servidor armazena os casos positivos indicados pela unidade de saúde e realiza o cálculo do risco de infecção em lugares e horários específicos. Por meio do *download* dos mapas de infecção, o aplicativo realiza uma verificação cruzada da localização dos indivíduos e analisa o risco de infecção em determinados locais e horários para informar os usuários.

O *BlueTrace* é um dos 47 aplicativos que utiliza o *Bluetooth* ( $C_2$ ). O estudo de Bay et al. (2020) apresenta um protocolo que registra encontros entre dispositivos e trocam ID temporárias que são armazenadas localmente. Ao ser diagnosticado o usuário informa um PIN, disponibilizado pela agência sanitária local, para as agências de saúde que descriptografam os dados e estabelecem a rede de contato e possível transmissão do usuário. Quando um usuário diagnosticado registra seu número de telefone no *BlueTrace*, o serviço gera um *UserID* único, usado para alertar usuários em risco de exposição.

Na proposta de Nguyen et al. (2020) é apresentado um aplicativo de rastreamento de contatos baseado em BLE e sensores do dispositivo ( $C_3$  e  $C_4$ ). A abordagem combina seis sensores (barômetro, BLE, magnetômetro, microfone, proximidade e *WI-FI*) para detectar os contatos de telefones próximos. Os usuários que iniciam o aplicativo são registrados no servidor que gera um ID exclusivo e temporário que representa o dispositivo. O aplicativo detecta telefones próximos por meio do BLE e registra esses contatos localmente no telefone. O contato é detectado levando em consideração a proximidade entre os usuários, e quando ocorre é gravado localmente no dispositivo. Os sensores são utilizados para verificar a distância entre os dispositivos e verificar se houve contato.

Tendo em vista todos os aplicativos analisados, observou-se que existem muitos capazes de oferecer informações sobre a doença ao mesmo tempo que realiza o rastreamento de contato. Além das funcionalidades voltadas ao rastreamento, alguns aplicativos ainda oferecem diversas outras opções ao usuário, como apresentação de mapas de risco, serviço de *check-in*, apresentação de notícias e demais informações relacionadas ao vírus. Além dessas, os aplicativos ainda apresentam funcionalidades que auxiliam de forma significativa o enfrentamento a pandemia.

Alguns aplicativos combinam a utilização de dois ou mais métodos de rastreamento de contato, como é o caso do *Contact Tracing*, *Stop Covid*, *Aarogya Setu* e *VirusRadar* que utilizam GPS e *Bluetooth*, bem como o *Immuni* e *GoCoronaGo* que combinam o GPS com BLE. Dessa forma são aplicativos que não se assemelham com o aplicativo proposto neste estudo, uma vez que o mesmo irá utilizar apenas o *Bluetooth* como método de rastreamento. Aplicativos que utilizam GPS, sensores do dispositivo, *Wi-Fi* e os demais métodos identificados na Tabela 2.4 também não se assemelham ao que está sendo proposto.

Por outro lado, em uma análise geral dos 47 aplicativos que utilizam o *Bluetooth* como método de rastreamento de contato, existem alguns aplicativos semelhantes ao proposto, como é o caso do *Hoia*, *Apturi covid Latvia*, *Smitte Pare*, *Corona-Warn-App*, *CovTracer-EN WI Exposure Notification*, *COVIDaware MN*, *Coalition App* entre outros. Esses aplicativos utilizam *Bluetooth* para identificar as interações entre os usuários e realizar o processo de rastreamento de contatos quando um caso da doença for confirmado.

### 2.3.3 Rastreamento de contato visando a detecção de Covid-19 (QP<sub>3</sub>)

Esta QP tem como objetivo identificar os métodos utilizados pelos aplicativos para realizar o rastreamento de contato, o qual é dividido em três fases: *Fase 1* - identificação de caso positivo; *Fase 2* - rastreamento de contato entre usuários testados positivamente para o vírus; e *Fase 3* - notificação ao usuário que podem ter sido expostos ao vírus por meio do contato com usuários positivos. Com os resultados alcançados, foi possível identificar 58 diferentes métodos de rastreamento utilizados pelos aplicativos, considerando as três fases. Para facilitar a visualização desses resultados foi realizada uma categorização dos métodos utilizados para cada uma das fases, conforme descrito a seguir.

- **Fase 1 - Identificação de caso positivo (IC):** consiste na identificação dos usuários diagnosticados positivamente. Essa identificação via aplicação pode ocorrer de diferentes formas a partir do momento que o usuário for diagnosticado. Conforme observado na Tabela 2.5 foram identificados seis diferentes métodos de identificação de caso positivo para a doença.

Tabela 2.5: Categorias referentes a identificação de caso positivo (Fase 1).

ID	Descrição
IC <sub>1</sub>	Usuário notifica o servidor
IC <sub>2</sub>	Unidade de Saúde notifica o servidor
IC <sub>3</sub>	Usuário notifica o App
IC <sub>4</sub>	Usuário notifica unidade de Saúde
IC <sub>5</sub>	Unidade de Saúde notifica App do usuário
IC <sub>6</sub>	Usuário Faz <i>Check-in</i>

A Figura 2.5 apresenta o número de aplicativos que utilizam cada um dos seis métodos identificados nessa primeira fase. Pode-se observar que em 75% (55/73) dos aplicativos analisados,

o que representa a maioria, essa fase é realizada por meio do próprio usuário que sinaliza ao aplicativo que testou positivo, reportando o caso ( $IC_3$ ). Exemplos de aplicativos que funcionam dessa forma são o *CoronaMelder*, *COVIDWISE*, *NM Notify* e *Care19 Alert*. Em 12% (9/73) aplicativos o usuário notifica o caso positivo diretamente ao servidor ( $IC_1$ ), como por exemplo nos aplicativos apresentados por Maghdid e Ghafoor (2020) e Altuwaiyan et al. (2018). 1% (1/73) dos aplicativos (*NHS COVID-19*) utiliza o método de *Check-in* ( $IC_6$ ).

Um método adotado por 3% (2/73) dos aplicativos, é o que a unidade de saúde que identificou um indivíduo como caso positivo reporta direto ao servidor ( $IC_2$ ). Outros dois métodos utilizados em 6% (4/73) dos aplicativos (2 aplicativos para cada método), são os que o usuário reporta o caso à unidade de saúde ( $IC_4$ ) e o que a unidade de saúde notifica o aplicativo do usuário ( $IC_5$ ). 3% (2/73) dos aplicativos analisados não mencionam como se dá essa fase no processo de rastreamento de contato.

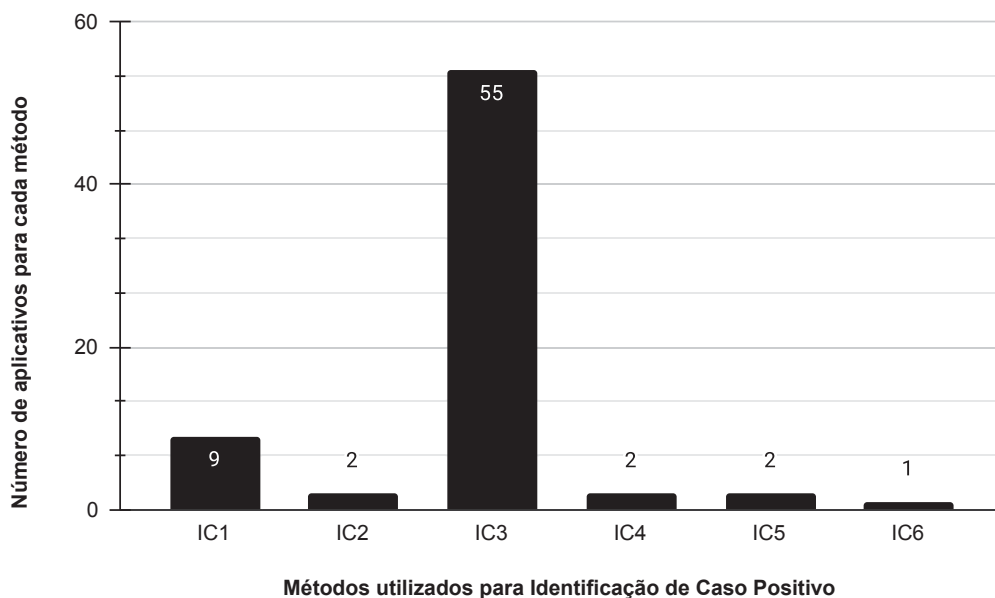


Figura 2.5: Distribuição dos aplicativos de acordo com os métodos de identificação de caso positivo.

Fonte: A autora

- **Fase 2 - Estabelecimento da rede de contato (ER):** Nesta fase foi identificado de que forma os aplicativos estabelecem a rede de contato entre os usuários. Dos 70 aplicativos e 3 protocolos obtidos, foi possível extrair 23 métodos diferentes de realizar esse processo, conforme apresentado na Tabela 2.6 bem como na Figura 2.6, que apresenta a relação dos aplicativos com os 23 diferentes métodos

Dos 73 aplicativos analisados, 51% (31/73) realiza esse processo por meio da troca de IDs aleatórias ( $ER_3$ ), geradas pelo *Bluetooth* dos dispositivos quando os mesmos entram em contato uns com os outros. *Tokens* anônimos ( $ER_{21}$ ) são trocados pelos dispositivos para estabelecer a rede em 5% (3/73) diferentes aplicativos e em 3% (2/73) aplicativos são utilizados identificadores de proximidade ( $ER_2$ ). Em 10% (6/73) aplicativos são utilizados o método de cruzamento de informações entre os usuários para que a rede de contato entre eles seja estabelecida ( $ER_{15}$ ). De todos os aplicativos analisados, em 19% (12/73) não foi possível identificar de que forma é realizada a fase de estabelecimento da rede de contato, uma vez que os aplicativos apresentavam apenas uma breve descrição do seu objetivo.

Tabela 2.6: Categorias referentes ao estabelecimento de rede de contato (Fase 2).

ID	Método	ID	Método
$ER_1$	Coordenadas do usuário	$ER_{13}$	Cálculo de pares de chaves
$ER_2$	Identificadores de proximidade	$ER_{14}$	Cálculo de exposição
$ER_3$	Troca de ID temporária	$ER_{15}$	Cruzamento de informações entre
$ER_4$	Gráfico de Transmissão	$ER_{16}$	Servidor verifica contato
$ER_5$	Verificação cruzada	$ER_{17}$	Cruzamento de informações de <i>check-in</i>
$ER_6$	Identificadores efêmeros	$ER_{18}$	Lista de contato
$ER_7$	Algoritmo de gráfico	$ER_{19}$	Coleta de localização GPS
$ER_8$	Rastreamento GPS	$ER_{20}$	Sinal BLE
$ER_9$	Troca de dados de usuários	$ER_{21}$	Troca de <i>tokens</i> anônimos
$ER_{10}$	Cálculo de pontos	$ER_{22}$	Pares de chaves anônimas
$ER_{11}$	Verificação de contatos armazenados	$ER_{23}$	Cruzamento de informações com ID
$ER_{12}$	Assinaturas correspondentes		

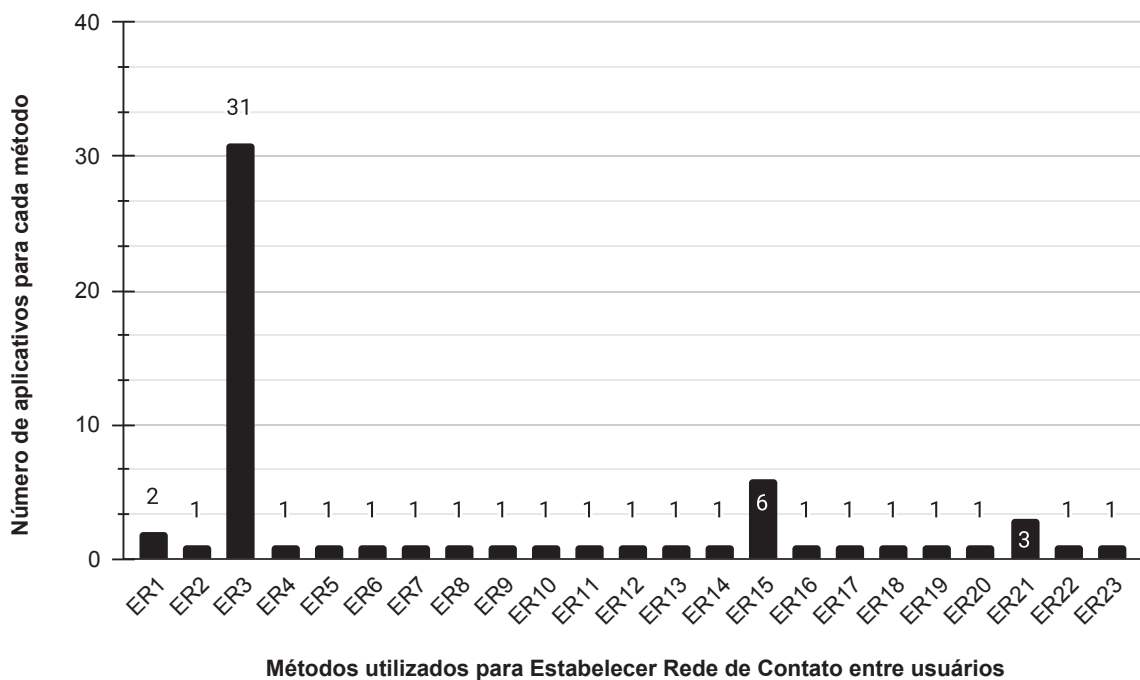


Figura 2.6: Distribuição dos aplicativos de acordo com os métodos de estabelecimento de rede de contato.

Fonte: A autora

- **Fase 3 - Notificação aos usuários expostos (NE):** os aplicativos precisam identificar os possíveis contatos que podem ter sido expostos a um usuário diagnosticado positivamente e notificá-los, para que esses contatos tomem as medidas necessárias em caso de exposição. Para a última fase do rastreamento de contato, 27 métodos foram identificados entre os aplicativos, conforme é apresentado na Tabela 2.7.

Os métodos de identificação e notificação de usuários expostos apresentados na Tabela 2.7, são distribuídos no Gráfico da Figura 2.7, na qual é possível observar essa distribuição pelos

aplicativos de acordo com o método que cada um utiliza para notificar os usuários expostos devido ao contato com um caso positivo. O método mais utilizado para esse processo é o de comparação de IDs geradas pelo *bluetooth* a partir do registro de contato entre os usuários ( $NE_{20}$ ), método esse utilizado em 40% (29/73) dos aplicativos. Quando existe a correspondência entre os IDs de dois usuários, significa que os mesmos estiveram no mesmo local por tempo suficiente para que o *Bluetooth* detectasse um contato entre eles. Assim, quando um dos dois identificar-se como um caso positivo, o outro será notificado.

Tabela 2.7: Categorias referentes a identificação e notificação aos contatos expostos (Fase 3).

ID	Método	ID	Método
$NE_1$	Cálculo de pares	$NE_{14}$	App faz as correspondências e emite alerta ao usuário
$NE_2$	Upload de chave de exposição	$NE_{15}$	Banco de dados informa o app e notificam usuário
$NE_3$	Sensores do dispositivo	$NE_{16}$	App faz download de chaves e notifica por exposição
$NE_4$	Verificação via app	$NE_{17}$	App notifica usuários que ultrapassam limite de exposição
$NE_5$	Download de mapa de risco	$NE_{18}$	Servidor compara dados e notifica usuário
$NE_6$	Comparação de coordenadas	$NE_{19}$	Autoridades de saúde identificam e notificam contato
$NE_7$	Gerenciamento de dados via servidor e notificação por exposição	$NE_{20}$	App compara IDs e notifica usuário em caso de contato
$NE_8$	Identificação de IDs e notificação para os usuários	$NE_{21}$	Envio de mensagem para usuário exposto
$NE_9$	Varreduras do Bluetooth para notificar usuários expostos	$NE_{22}$	Governo solicita dados do app e notifica contatos
$NE_{10}$	Servidor compara IDs e notifica por push	$NE_{23}$	Calculo de correspondência de chaves e notificação por exposição
$NE_{11}$	App identifica exposição e notifica usuário	$NE_{24}$	App compartilha ID com demais dispositivos
$NE_{12}$	Usuário solicita dados para o servidor	$NE_{25}$	Usuário carrega lista de contato e notifica expostos
$NE_{13}$	Unidade de saúde identifica pontos de contato e notifica por push	$NE_{26}$	Upload de chaves <i>Bluetooth</i> e notificação por exposição

Em outros 3% (2/73) dos aplicativos, é o servidor que comparara os dados dos usuários e identifica a exposições ( $NE_{18}$ ). Nesse contexto, a unidade de saúde é quem se responsabiliza por analisar os dados dos contatos e notificar os aplicativos dos usuários expostos. Demais aplicativos utilizam diferentes métodos, conforme apresentado na Figura 2.7. Vale ressaltar, que em dois aplicativos não foi possível identificar como é realizada essa etapa.

A partir da categorização das técnicas foi possível identificar como cada aplicação realiza o rastreamento de contato entre os usuários. A Figura 2.8 apresenta uma visão geral dos aplicativos juntamente com as 3 fases do rastreamento de contato. Para cada aplicação, as categorias apresentadas nas Tabelas 2.5, 2.6 e 2.7 foram agrupadas nas respectivas fases do rastreamento.

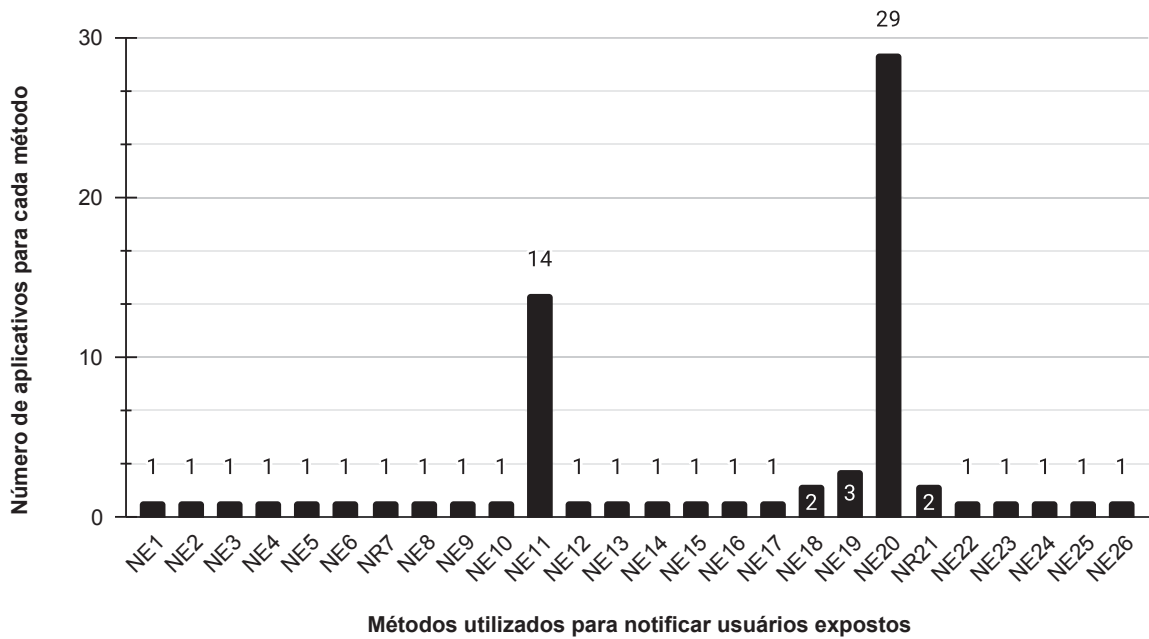


Figura 2.7: Distribuição dos aplicativos de acordo com os métodos de notificação aos contatos expostos.  
 Fonte: A autora

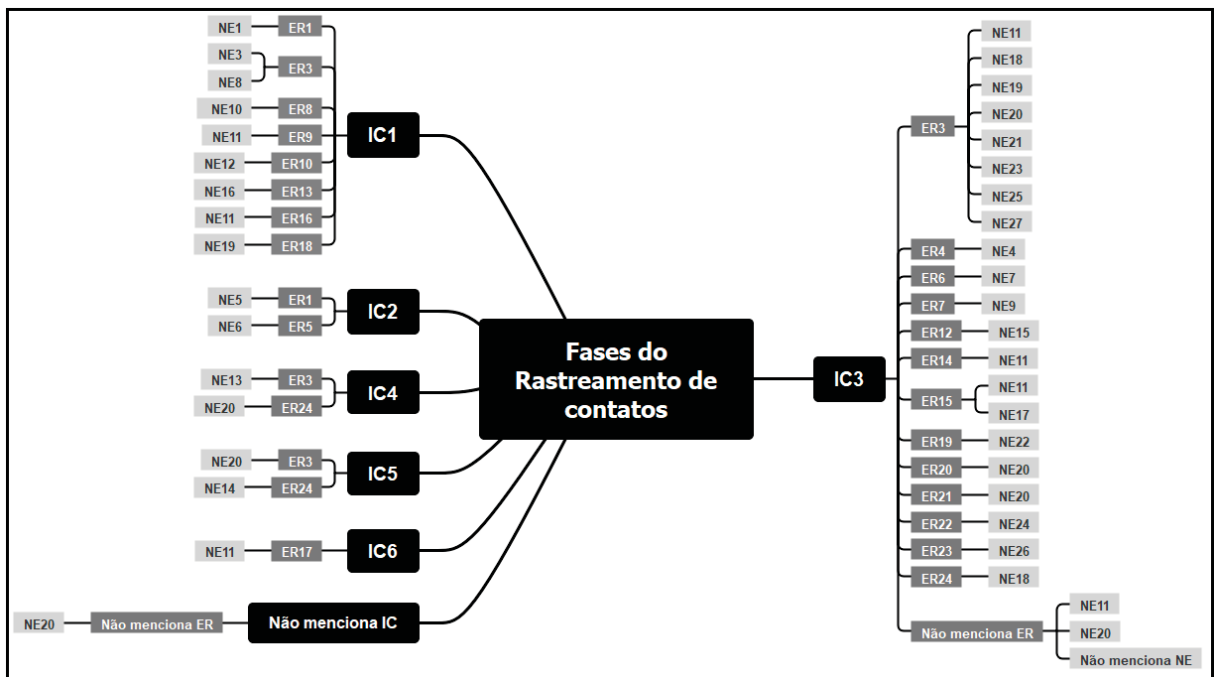


Figura 2.8: Distribuição das categorias de acordo com as fases do rastreamento de contato para cada aplicativo.  
 Fonte: A autora

Os 73 aplicativos são apresentados levando em consideração as três fases do rastreamento. No que diz respeito a categoria de identificação de caso positivo  $IC_1$  (onde o usuário notifica um servidor) foram identificados nove (12%) dos aplicativos, dos quais dois estabelecem a rede de contato ( $ER_3$ ) por meio de trocas de  $IDs$  temporárias, e cada um utiliza um método diferente para realizar a fase de identificação e notificação de usuário exposto. Por Outro lado, na categoria de identificação de caso positivo onde a unidade de saúde identifica o caso e notifica o servidor

(IC<sub>2</sub>), foram identificados dois aplicativos. Um faz o estabelecimento da rede de contatos (ER<sub>1</sub>) por meio de coordenadas do usuário e outro por meio de verificação cruzada (ER<sub>5</sub>). Ambos utilizam métodos diferentes para identificar e notificar indivíduos expostos, sendo por meio de *Download* de mapas de risco e comparação de coordenadas respectivamente.

Já na categoria de identificação de caso positivo em que o próprio usuário notifica o aplicativo (IC<sub>3</sub>) foram identificados 55 (75%) aplicativos. Desses, 26 estabelecem a rede de contatos do usuário por meio da troca de IDs temporárias (ER<sub>3</sub>) e 16 identificam e notificam um indivíduo exposto por meio de comparação dos *IDs* e notificação pelo aplicativo (NE<sub>20</sub>). Seis aplicativos, utilizam o cruzamento de informações de usuários (ER<sub>15</sub>) para estabelecer a rede de contatos onde um aplicativo identifica a exposição e notifica o usuário (NE<sub>11</sub>) e cinco aplicativos notificam o usuário quando este ultrapassa o limite de exposição. 3% (9/73) dos aplicativos não mencionam o método utilizado para estabelecer a rede de contato, dos quais dois identificam a exposição e notificam o usuário (NE<sub>11</sub>), cinco comparam IDs e notificam o usuário e dois não mencionam o método utilizado para identificar e notificar usuários expostos.

Os outros 8% (7/73) dos aplicativos restantes se dividem entre os métodos IC<sub>4</sub>, IC<sub>5</sub> e IC<sub>6</sub>, onde o usuário notifica a unidade de saúde, a unidade de saúde notifica o aplicativo do usuário ou o usuário faz *check-in* para identificar um caso positivo, respectivamente, e cada um utiliza diferentes métodos para estabelecer a rede e notificar usuários expostos. Dois dos aplicativos não mencionam o método utilizado para Identificar um caso positivo e nem estabelecer a rede de contatos, embora utilizem o método de comparação de *IDs* e notificação no aplicativo para identificar e notificar usuários expostos (NE<sub>20</sub>).

Dessa forma, no que diz respeito a relação da categorização das fases de rastreamento de cada aplicativo, identificou-se que, por mais que todos possuam o mesmo objetivo, cada um utiliza métodos diferentes para alcançá-lo. Mesmo com a grande variedade de aplicativos e métodos diferentes, alguns deles realizam o processo da mesma maneira, como é o caso de *WA Exposure Notifications*, *DC CAN*, *Covid Alert CT*, *MI Covid Alert* e *NM Notify* (ID<sub>3</sub>, ER<sub>3</sub>, NE<sub>20</sub>) que fazem troca de IDs anônimos aleatórios com outros dispositivo que contenham o mesmo aplicativo instalado. Quando um usuário é diagnosticado como positivo para o Covid-19 e notifica o aplicativo, os dispositivos próximos recebem os códigos aleatórios do dispositivo do usuário diagnosticado e realizam a comparação de data e intensidade do sinal para que o aplicativo possa estimar o tempo e a proximidade dos dispositivos e notificar os usuários sobre o risco de exposição.

O *Enatec* (Prasad e Kotz, 2017) é um exemplo de aplicativo em que a unidade de saúde notifica o aplicativo do usuário (ID<sub>5</sub>, ER<sub>11</sub>, NE<sub>14</sub>). Por meio do *WI-FI*, o aplicativo detecta encontros próximos encapsulando o local e o horário que o usuário esteve. A comunicação ocorre por meio do armazenamento MAC dos dispositivos. Quando o provedor de saúde diagnostica um usuário, gera um alerta no aplicativo do mesmo que recupera todas as *tags* de localização e envia ao servidor. O servidor por sua vez, encaminha uma notificação a todos os dispositivos que estiveram na mesma localização recuperando as *tags* relevantes e combinando as marcações para ver se existem correspondências. Caso haja correspondências, ele emite um alerta ao usuário.

#### 2.3.4 Identificação das principais funcionalidades dos aplicativos (QP<sub>4</sub>)

Para responder a QP<sub>4</sub> que diz respeito às principais funcionalidades dos aplicativos de rastreamento de contato, buscou-se identificar as características com maior evidência entre eles. Para essa QP, foram analisados os 57 aplicativos retornados pela literatura cinza, uma vez que foi possível acessá-los pelas lojas de aplicativos para os sistemas *Android* e *IOS* e assim visualizar suas características. Destaca-se que desses 57 aplicativos, em 16 deles não foi possível a extração

de funcionalidades por não apresentarem características ou descrições sobre o funcionamento, sobrando assim 41 aplicativos para análise das funcionalidades.

A Figura 2.9 apresenta a relação de aplicativos com funções semelhantes, onde pode-se observar que entre os aplicativos analisados 27% (15/41) apresentam a função reportar caso positivo ao aplicativo. Essa função ainda pode ser validada por QRcode (2/15) ou por um código de validação (7/15) disponibilizado pelas instituições de saúde do país ou por portais de validação de atestado de saúde do próprio aplicativo. Os aplicativos *COVIDWISE* e *COVID Alert DE* são exemplos de aplicativos que dispõem de um portal para o usuário poder receber o código de autenticação que será inserido no aplicativo para validar seu teste e notificar usuários com quem teve contato, bem como o *Stop Covid* e *Aarogya Setu* realizam esse procedimento por meio de um *QRCode*.

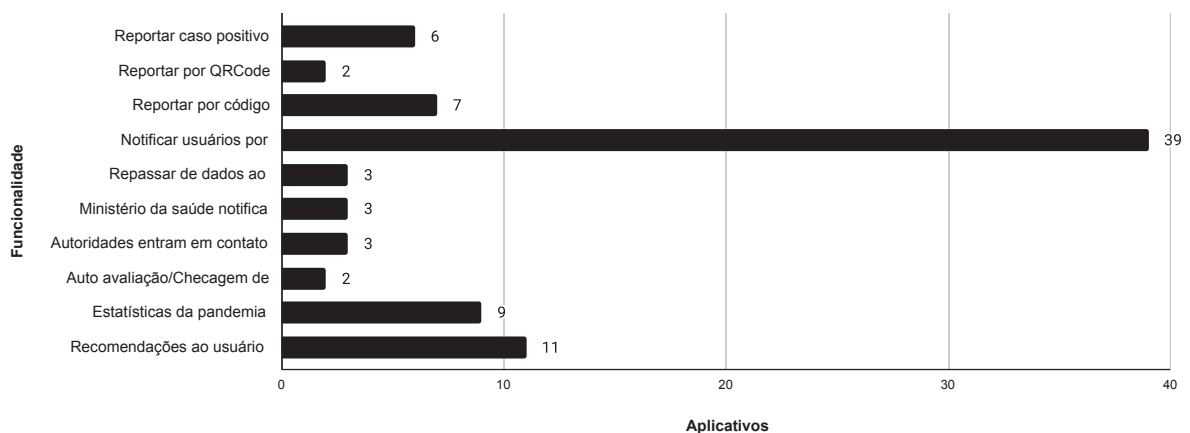


Figura 2.9: Apresentação de aplicativos que possuem funcionalidades semelhantes.

Fonte: A autora

Tendo em vista que o principal objetivo da utilização desses aplicativos, é ser notificado quando exposto à doença, 95% (39/41) dos aplicativos analisados tem função de enviar uma notificação ao usuário e os outros 5% (2/41) funcionam de forma apenas a estabelecer a rede de contato. Nestes aplicativos, em caso de contaminação, as autoridades responsáveis entram em contato com o usuário exposto para informar o caso e repassar as recomendações. Esses aplicativos são o *VirusRadar* e *TraceCovid*, ambos revelam a identidade de usuários. Outras funcionalidades como checagem de sintomas (autoavaliação), estatísticas sobre a pandemia e recomendações aos usuários expostos ainda são funcionalidades de 13% (6/41), 18% (9/41) e 21% (11/41) dos aplicativos analisados, respectivamente.

Também foram identificadas funcionalidades isoladas, sendo essas presentes em alguns aplicativos, como registro automático e manual de locais visitados, listagem de postos e unidades de saúde, opção de ativar ou desativar o aplicativo, analisar viagens com base na localização, oferecer agendamento para testes laboratoriais, oferecer mapas com maiores registros de infecções entre outras.

Por meio dos resultados dessa análise onde foi possível identificar as principais funcionalidades oferecidas pelos aplicativos, vale destacar que algumas delas podem não ser consideradas como essenciais em um aplicativo, uma vez que podem causar equívocos entre os usuários, como é o caso da autoavaliação oferecida por uma pequena fração de aplicativos. Essa é uma funcionalidade que incentiva o usuário ao autodiagnóstico e pode causar inconsistência nos resultados, gerando falsos positivos e gerando notificações falsas.

Outra questão que deve ser analisada com cuidado, é em relação aos aplicativos que estabelecem a rede de contato entre os usuários e a notificação é feita por meio das autoridades, quando os usuários expostos são identificados. Essa forma de notificar o usuário não é segura, uma vez que para identificar o usuário é necessário descriptografar dados recolhidos pelo aplicativo. Uma vez que pode-se identificar um usuário, pode-se também identificar os dados pessoais tornando o processo não anônimo, e assim deixando de ser uma opção agradável para os usuários que podem não querer aderir ao uso desses aplicativos, uma vez que podem ter os dados vazados.

## 2.4 AMEAÇAS A VALIDADE

Durante o planejamento e execução do MLM foram identificadas possíveis ameaças à validade que são discutidas para orientar a interpretação deste trabalho. As ameaças foram definidas com base nas diretrizes de Wohlin et al. (Wohlin et al., 2012).

As ameaças à validade de conclusão estão ligadas à relação entre o tratamento e os resultados de uma forma estatística. Neste contexto, é importante destacar a criação e adaptação da *string* de busca. Como as palavras e expressões que a compõem são derivadas das QP's, a correta construção dessa é vital para a efetividade da pesquisa. Para mitigar essa ameaça, a *string* de busca foi criada, calibrada e validada por um especialista para melhorar sua eficácia. As ameaças à validade interna estão ligadas a relação entre o tratamento e os resultados de uma forma casual. Nesse sentido, essa ameaça é observada diante a indisponibilidade de acesso a alguns estudos retornados pela *string* de busca, não sendo possível a inclusão do mesmo ao processo de condução do MLM.

As ameaças à validade de construção se preocupa com a relação entre a teoria e a prática. No contexto deste MLM essa ameaça está relacionada ao processo de seleção de estudos. Para minimizar essa ameaça e com o objetivo de assegurar um processo de seleção imparcial e evitar vieses, a pesquisa seguiu o processo proposto por (Garousi et al., 2019), o qual é composto pelas fases de Planejamento, Condução e Apresentação dos resultados, com a criação de questões de pesquisa, processo de busca, critérios de inclusão e exclusão, seleção dos estudos na LB e aplicativos *mobile* na LC, extração e síntese dos dados. Por fim, as ameaças à validade externa estão relacionada às capacidade de generalização dos resultados. Os resultados deste MLM não podem ser generalizados porque são baseados em um conjunto específico de palavras-chave e um conjunto de sites específicos foi usado para coleta de dados. No entanto, para mitigar essa ameaça foram desenvolvidas estratégias como a definição de uma *string* de busca mais ampla, a inclusão do *Snowballing* e o uso da *web* em geral para obter um número maior de fontes possíveis. Portanto, com essas diferentes estratégias acredita-se que essa ameaça pode ser minimizada.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste Capítulo foi apresentado o MLM conduzido com o propósito de identificar as principais evidências referentes ao desenvolvimento de aplicações voltadas à contenção da propagação do Covid-19 durante a pandemia que já perdura por mais de dois anos em todo o mundo. De acordo com os resultados foi possível identificar diferentes aplicativos utilizadas por diversos países, bem como identificar também os pontos fortes e pontos fracos dessas tecnologias.

A partir dos resultados da busca da literatura branca, observou-se diferentes aplicativos e protocolos propostos em meio a tentativas de conter a doença. Os 16 estudos analisados se dividem em visões aprofundadas sobre métodos que poderiam ser utilizados para auxiliar na redução do contágio pelo vírus. Da mesma forma, na literatura cinza foi possível observar uma

grande variedade de aplicativos desenvolvidos por diversos governos, os quais estão disponíveis em lojas de aplicativos.

Dentre todas as aplicações analisadas, três se referem ao contexto brasileiro. O Coronavírus-Sus inicialmente consistia em um aplicativo com informações sobre unidades de saúde próximas, checagem de sintomas entre outras informações relacionadas a doença. Posteriormente o aplicativo foi atualizado e implementado o sistema de notificação de exposição, oferecendo a possibilidade de compartilhamento de teste positivo, em que o usuário testado positivo pode inserir seu resultado por meio da validação de um *token* de segurança. O aplicativo pode ser utilizado por todo e qualquer indivíduo e funciona em todo o território brasileiro (UNA-SUS, 2020).

O segundo aplicativo brasileiro é “Tô de Olho”, o qual foi desenvolvido pelo Instituto Metrópole Digital em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O aplicativo tem o objetivo de oferecer informações sobre a Covid-19, realizar o rastreamento de contato entre os usuários e conta com um espaço para reclamações e denúncias. Esse aplicativo foi desenvolvido apenas para uso dentro do estado do Rio Grande do Norte (Metropole Digital, 2020). Por fim, o aplicativo “Coraticum” foi desenvolvido por alunos e professores da Universidade de Brasília. O desenvolvimento desse aplicativo foi parte de um projeto da universidade, que tinha como objetivo promover uma ferramenta que melhorasse as estratégias de testagem da população e combate a covid-19 (Universidade de Brasília, 2020).

Por meio desses resultados, identifica-se que o padrão entre as aplicações consiste em identificar a proximidade entre contatos e notificar a exposição ao vírus. Esse padrão ocorre uma vez que as aplicações tem o objetivo de rastrear os contatos dos usuários e notificar o risco de exposição caso exista proximidade com outro dispositivo que um usuário tenha indicado um diagnóstico positivo. Não foram identificadas aplicações direcionadas a um público alvo específico, tendo em vista que todas são de abrangência geral e nem aplicações que podem ser adaptadas para o rastreamento de outros vírus com risco de contágio.

Dos 73 aplicativos analisados, foi encontrado apenas 1 aplicativo voltado a atender um público alvo específico, o GoCoronaGo (Simmhan et al., 2020). Ter um público alvo é uma forma de concentrar os esforços da contenção da doença em uma pequena parte da população, a fim de facilitar o monitoramento de casos confirmados em um grupo específico de indivíduos. O *Bluetooth* é um dos métodos mais utilizado para realizar o rastreamento e juntamente com a utilização das notificações por exposição, é o processo que melhor atende a esse tipo de aplicação, uma vez que o processo pode ser feito de forma independente pelo aplicativo, onde o usuário por si mesmo pode identificar quando for exposto ao vírus e tomar as precauções necessárias, sem envolver terceiros.

Uma limitação presente em aplicativos que utilizam *Wi-fi* no processo de estabelecimento de rede de contato, é a necessidade de estarem conectados na mesma rede para que os dispositivos se comuniquem. No mesmo sentido, os aplicativos baseados em GPS, como exemplo o *NHS COVID-19*, é preciso os usuários interagirem com o aplicativo e realizarem o *check-in* nos lugares estabelecidos. Já no processo de notificação de exposição aos usuários que podem estar em risco, o ponto fraco é a necessidade de descriptografar dados para identificar os usuários com quem um usuário notificado teve contato, uma vez que leva a identificação de dados pessoais do usuário, fazendo com que processo deixe de ser anônimo.

Sendo assim, a utilização do *Bluetooth* do dispositivo para estabelecer a comunicação entre os usuários se torna o método mais viável, bem como a notificação por exposição gerada pelo próprio aplicativo, uma vez que não existe a interferência do usuário e nem de terceiros no processo. Basta que o mesmo instale o aplicativo em seu dispositivo e fique atento às notificações,

fazendo a verificação das mesmas dentro do aplicativo quando necessário, para saber se em algum momento foi exposto ao vírus.

Tendo como base os resultados alcançados por meio do MLM apresentado neste Capítulo, será apresentada a proposta para um aplicativo de rastreamento de contatos, o qual possui um público alvo definido e tem como objetivo auxiliar os usuários no monitoramento e controle de doenças infectocontagiosas. A proposta do aplicativo Identifica será apresentada a seguir, no Capítulo 3.

### 3 IDENTIFICA: UM APLICATIVO DE RASTREAMENTO DE CONTATO PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

O rastreamento de contato é uma técnica que tem sido utilizada para reduzir a propagação de doenças contagiosas (Fetzer e Graeber, 2020), e com o Covid-19 muitos países aderiram ao método para tentar frear a propagação da doença. Uma vez que em Ferretti et al. (2020) é apresentada a possibilidade de realizar esse procedimento de forma digital, os aplicativos de celular com funções capazes de identificar interações entre usuários tornaram-se grandes aliados na luta contra o enfrentamento à pandemia (Davalbhakta et al., 2020). Esse tipo de aplicativo tem como principal objetivo alertar os usuários em caso de exposição ao vírus por contato com indivíduos portadores de doenças contagiosas.

Como visto no Capítulo 2, existe uma grande variedade de aplicativos com essa finalidade pelo mundo todo, resultado de iniciativas do governo ou de instituições federais ou privadas de cada país, que desenvolveram seus próprios aplicativos de rastreamento de contatos para enfrentar a doença localmente. Embora todos esses aplicativos tenham o objetivo de contribuir com enfrentamento a disseminação do vírus, cada um dos aplicativos apresentados foi desenvolvido e funciona de forma distinta, apresentando funcionalidades diferentes e que variam de acordo com a necessidade de cada país no momento em que o aplicativo foi desenvolvido. Uma vez que cada um tem suas peculiaridades, a adoção universal de qualquer um desses aplicativos se torna inviável tanto quanto para um contexto específico, onde existe um público alvo preestabelecido, pois um aplicativo com esse objetivo deverá apresentar apenas funcionalidades básicas para o rastreamento de contatos e funcionar apenas para o contexto predeterminado.

Com os resultados alcançados por meio do Mapeamento da Literatura Multivocal, foi possível observar que no Brasil existem três aplicativos utilizados para o rastreamento de contato. O aplicativo “Coronavírus-SUS” que foi desenvolvido pelo governo brasileiro para informações gerais sobre a doença e rastreamento de contatos, podendo ser utilizado por todo e qualquer indivíduo e funciona em todo o território brasileiro (UNA-SUS, 2020). O “Tô de Olho” (Metropole Digital, 2020) desenvolvido pelo Instituto Metrôpole Digital em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, desenvolvido apenas para uso dentro do estado do Rio Grande do Norte e o “Coraticum” desenvolvido por professores e alunos da Universidade de Brasília (Universidade de Brasília, 2020).

Apesar da utilização do aplicativo “Tô de Olho” ser limitada a estar dentro do estado do Rio Grande do Norte, os três aplicativos brasileiros são destinados ao uso da população geral. Isso significa que eles não possuem um público alvo específico ao qual concentrar os esforços, uma vez que qualquer indivíduo poderá fazer o *download* dos aplicativos e utilizá-los. Isso pode tornar a aceitação e adoção da população desses aplicativos algo inalcançável e muitas vezes a existência desses aplicativos não chegam ao conhecimento da população.

Dessa forma, levando em conta o cenário de aplicativos de rastreamento de contatos brasileiro, foi identificada a ausência de um aplicativo que venha a suprir uma necessidade específica: concentrar os esforços de enfrentamento a doenças contagiosas em pequenas frações de indivíduos. Nesse sentido, é proposto o *Identifica*, que consiste em um aplicativo *open source* de rastreamento de contatos com objetivo único de auxiliar estudantes, professores e servidores de Instituições de Ensino Superior no retorno a modalidade de ensino presencial.

O uso do aplicativo proposto engloba os jovens e adultos no papel de alunos, professores, técnicos administrativos e demais servidores das universidades que estão nas instituições diariamente, principalmente em sala de aula ou ambientes com maior quantidade e circulação de

indivíduos. O aplicativo tem a finalidade de mapear anonimamente o contato entre os usuários para que quando um indivíduo for diagnosticado positivo para uma doença, os demais usuários que possam estar em risco de infecção por contato sejam alertados pelo aplicativo. Além do covid-19, os usuários também poderão utilizar o aplicativo para diagnosticar e notificar casos de outras doenças infecciosas, como sarampo, influenzas entre outras, podendo ser adaptado conforme necessidades futuras.

Neste capítulo será apresentado o aplicativo de rastreamento de contato proposto para o contexto descrito. Sendo assim o restante do Capítulo está organizado da seguinte maneira: A Seção 3.1 faz um comparativo entre as funcionalidades identificadas nos aplicativos de rastreamento de contato durante a condução do MLM bem como descreve as funcionalidades do aplicativo proposto e sua estrutura, a qual foi separada em módulos levando em consideração as fases do rastreamento de contato. Na Seção 3.2 é apresentado o detalhamento do primeiro módulo do aplicativo, que diz respeito ao acesso do usuário ao aplicativo. Na Seção 3.3 é apresentado o detalhamento do segundo módulo do aplicativo, que diz respeito a identificação de um caso positivo, bem como o estabelecimento da rede de contato e notificação do aplicativo é apresentado na Seção 3.4. Por fim, na Seção 3.5 são apresentadas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do *Identifica* e na Seção 3.6 são apresentadas as considerações finais sobre o desenvolvimento do aplicativo.

### 3.1 VISÃO GERAL DO APLICATIVO DE RASTREAMENTO DE CONTATO *IDENTIFICA*

Por meio da análise dos 73 aplicativos de rastreamento de contato, foi possível identificar as funcionalidades essenciais para implementação de um aplicativo com este propósito. Além das funcionalidades essenciais também foi possível identificar funções que não são interessantes em um aplicativo com este propósito, uma vez que podem tornar o aplicativo complexo ou por não serem confiáveis ao usuário devido à possível identificação dos mesmos, dificultando a adesão e utilização por parte desses.

Com objetivo de identificar quais funcionalidades são importantes a serem consideradas na implementação do aplicativo, foram analisados quatro aplicativos de rastreamento de contatos identificados durante a condução do MLM, sendo eles: A) *Corona-warn-app*, B) *STAYAWAY Covid*, C) *MI Covid Alert* e D) *Coronavírus SUS*, os quais são utilizados respectivamente na Alemanha, Portugal, Estados Unidos e Brasil. Os aplicativos foram selecionados levando em consideração o objetivo e complexidade, optando-se por analisar os quatro, por não oferecerem muitas funcionalidades e serem de fácil acesso e uso. A Tabela 3.1 apresenta as funcionalidades identificadas e a relação de aplicativos que dispõe de cada uma delas.

Tabela 3.1: Principais funcionalidades de aplicativos de rastreamento de contato.

Descrição das Funcionalidades	A	B	C	D
O usuário deve concordar com os termos de Uso	x	x	x	x
O usuário deve conceder permissão para o aplicativo utilizar as funções <i>Bluetooth</i>	x	x	x	x
O usuário deve concordar com a habilitação do serviço de localização				x
O usuário tem pode escolher as informações que deseja compartilhar com o aplicativo			x	
O usuário deve ter acesso a um tutorial do aplicativo	x			
Continuação na próxima página				

**Tabela 3.1 – continuação da página anterior.**

<b>Descrição das Funcionalidades</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
O usuário deve ser questionado sobre criação e compartilhamento de IDs	x	x		
O usuário deve informar o aplicativo em caso de infecção	x	x	x	x
O usuário pode indicar como está se sentindo				x
O usuário pode fazer autoavaliação				x
O usuário deve ter acesso a uma lista de sintomas				x
O usuário deve ter acesso ao <i>feedback</i> da auto avaliação				x
O aplicativo deve criar IDs anônimos para cada usuário	x	x	x	x
O aplicativo deve estabelecer rede de contato entre usuário diagnosticados	x	x	x	x
O aplicativo deve mapear a distância e o tempo de contato entre dispositivos			x	
O aplicativo deve gerar notificação <i>pop-up</i>			x	
O aplicativo deve manter as notificações dentro do próprio aplicativo			x	x
O usuário deve ser notificado quando um indivíduo com quem teve contato relatou infecção	x	x	x	x
O usuário deve ser informado quando existem correspondências		x		
O usuário deve receber instrução do aplicativo em caso de exposição	x	x		

Levando em consideração esse levantamento de funcionalidades comuns entre os aplicativos é possível observar que algumas são presente nos quatro aplicativos analisados, enquanto outras aparecem em apenas um ou dois aplicativos. Essa comparação foi utilizada como parâmetro para identificar quais funções seriam indispensáveis para o desenvolvimento do aplicativo proposto. Sendo assim, a fim de incentivar a adesão dos usuários à um aplicativo de rastreamento de contato e evitar a evasão quanto a utilização por conta da complexidade, buscou-se desenvolver um aplicativo simples, de fácil utilização e que oferece funcionalidades claras e objetivas.

Dessa forma, visando construir um aplicativo que estabeleça a rede de contato dos usuários e consiga identificar uma possível exposição à doenças infecciosas por meio de contato entre indivíduos saudáveis e indivíduos doentes, as funcionalidades do *Identifica* foram desenvolvidas levando em consideração as principais funcionalidades dos aplicativos identificadas no MLM bem como as 3 fases do rastreamento de contato: *I*) identificação de caso positivo; *II*) rastreamento de contatos próximos; e *III*) notificação aos usuários expostos.

### 3.1.1 Estrutura do Aplicativo

O *Identifica* tem o objetivo de mapear as interações entre os usuários que possuam o aplicativo instalado. Essas interações são identificadas por meio do *Bluetooth* dos dispositivos, que reconhecem um ao outro por meio de um código identificador único gerado por cada aparelho. A informação de cada encontro é armazenada em um servidor, e uma vez que um usuário do aplicativo testar positivo para uma doença infecciosa, ele informará ao aplicativo um caso positivo. Ao fazer isso, é iniciado o rastreamento da rede de contato que esse usuário teve, a fim de identificar quem são os indivíduos potencialmente em risco de exposição a doença informada. Uma vez que essa identificação é concluída, os indivíduos que tiveram contato com o usuário que informou o caso positivo, receberão uma notificação do aplicativo em seus dispositivos. A Figura 3.1 apresenta uma visão geral do *Identifica*, que é composto por três módulos:

- **M1 - Acesso ao Aplicativo:** Módulo que apresenta as funções de acesso ao *Identifica*, como apresentação do tutorial, apresentação das políticas de privacidade e termos de uso, e ativação dos serviços necessários para o funcionamento do aplicativo.
- **M2 - Identificação e Confirmação dos usuários:** Neste módulo o usuário poderá reportar um diagnóstico.
- **M3 - Estabelecimento da rede de contato e Notificação:** Este módulo é responsável por fazer a conexão entre as interações dos indivíduos quando um caso positivo é reportado ao aplicativo, a fim identificar quais usuários devem ser notificados.

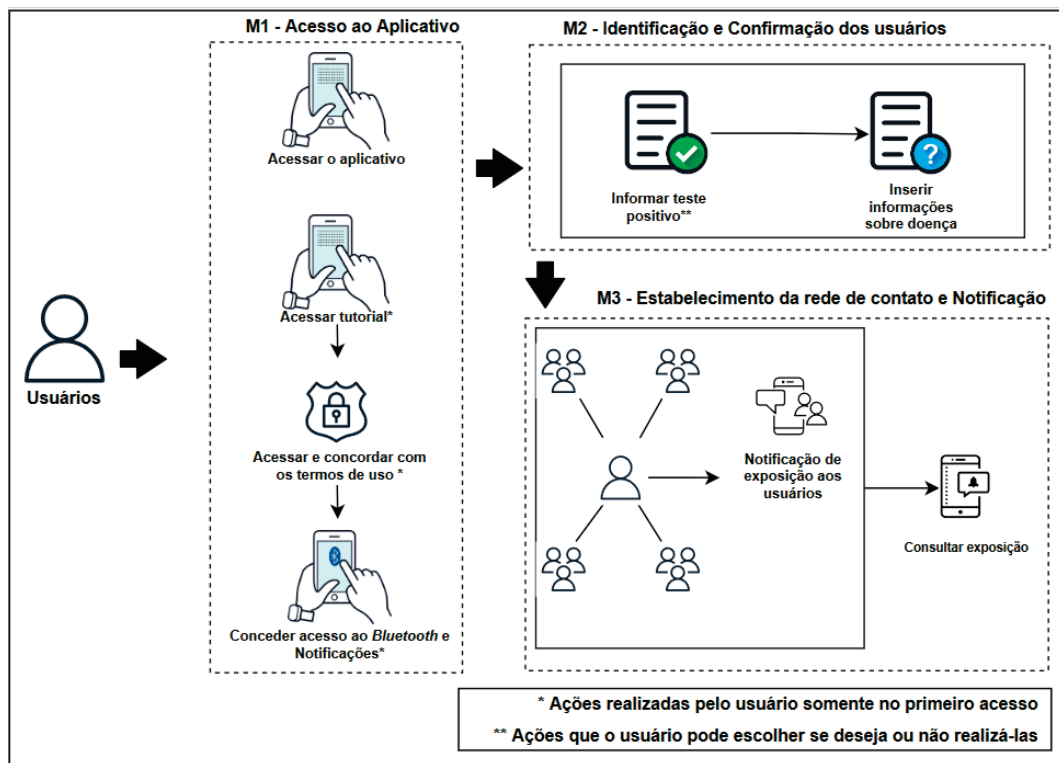


Figura 3.1: Visão geral do *Identifica* de acordo com as 3 fases do rastreamento de contato.

Fonte: A autora

Neste contexto, para o desenvolvimento do *Identifica* foram definidas cinco funcionalidades ( $F = f_1 \dots f_5$ ) as quais são apresentadas na Tabela 3.2. Essas funcionalidades foram definidas de acordo com os módulos do aplicativo. O módulo um, possui funcionalidades ligadas a inicialização bem como os módulos dois e três possuem funcionalidades ligadas a identificação de um caso positivo e estabelecimento da rede de contato e notificação ao usuário, respectivamente.

Tabela 3.2: Funcionalidades do aplicativo *Identifica* apresentadas por módulo.

Módulos	Funcionalidades
M1 - Acesso ao aplicativo	$f_1$ - Acessar o tutorial do aplicativo $f_2$ - Acessar o aplicativo
M2 - Identificação e confirmação de usuários	$f_3$ - Reportar diagnóstico positivo
M3 - Estabelecimento de rede de contato e notificação	$f_4$ - Consultar exposições $f_5$ - Receber notificação

Para o desenvolvimento das funcionalidades do *Identifica*, também foram identificados os Requisitos Funcionais (RFs), os quais foram descritos utilizando a Técnica de Estórias do usuário (EU) que se refere a técnica de descrever as necessidades dos usuários do produto de forma simples (Cohn, 2004). Na Tabela 3.3 são listadas resumidamente 13 EUs, as quais estão distribuídas entre as cinco funcionalidades apresentadas na Tabela 3.2. O detalhamento de cada EU desenvolvida, pode ser visualizado no Apêndice A.

Tabela 3.3: Estórias do Usuário do aplicativo *Identifica* baseado nas funcionalidades.

Func.	Estórias do Usuário
$f_1$	<b>EU01</b> - Eu, como usuário, desejo acessar o aplicativo pela primeira vez
	<b>EU02</b> - Eu, como usuário, desejo saber como o aplicativo funciona
	<b>EU03</b> - Eu, como usuário, desejo saber sobre às questões de privacidade do aplicativo
	<b>EU04</b> - Eu, como usuário, desejo saber quais são as políticas de privacidade
	<b>EU05</b> - Eu, como usuário, desejo saber quais são os termos de uso do aplicativo
	<b>EU06</b> - Eu, como usuário, desejo concordar com os termos de uso e políticas de privacidade do aplicativo
	<b>EU07</b> - Eu, como usuário, desejo habilitar o <i>Bluetooth</i> e as notificações
$f_2$	<b>EU08</b> - Eu, como usuário, desejo acessar o aplicativo
$f_3$	<b>EU09</b> - Eu como usuário, desejo saber se fui exposto a alguma doença contagiosa
$f_4$	<b>EU10</b> - Eu, como usuário, desejo reportar um diagnóstico
	<b>EU11</b> - Eu, como usuário, desejo preencher os dados para reportar meu diagnóstico
	<b>EU12</b> - Eu como usuário, desejo anexar um comprovante
$f_5$	<b>EU13</b> - Eu, como usuário desejo receber notificações

As funcionalidades e as Estórias de Usuário estão associadas aos três módulos do aplicativo desenvolvido, o qual será apresentado a seguir. A apresentação do *Identifica* está dividida por módulo, juntamente com suas respectivas funcionalidades.

### 3.2 MÓDULO 1 - ACESSO AO APLICATIVO

Este módulo está relacionado ao acesso do usuário ao aplicativo, uma vez que em seu primeiro acesso ( $f_1$ ), ele é apresentado ao tutorial, termos de uso e políticas de privacidade devendo concordar com esses, bem como com os serviços utilizados pelo aplicativo, nesse caso, o *Bluetooth* e o sistema de notificações.

Para entender melhor como funciona o primeiro módulo do *Identifica*, na Figura 3.2 pode-se observar a primeira tela do aplicativo, no momento em que o usuário realiza o primeiro acesso à ele após o *Download* do mesmo. Ao iniciar o aplicativo pela primeira vez, o usuário terá acesso a tela de boas vindas do *Identifica* (Tela 3.2), a qual apresenta o nome do aplicativo, a logo e o seu objetivo, juntamente com um botão de ação “Continuar”. Esse botão, quando acionado pelo usuário, dará acesso as informações gerais de funcionamento do aplicativo. Essa tela é apresentada na Figura 3.3(a).

Uma vez que o aplicativo utiliza o *Bluetooth* para mapear as interações entre os usuários e registrar a rede de contato, o aplicativo também conta com o sistema de notificações para informar os usuários em caso de exposição. Dessa forma, estando conectado à internet, seja pela rede móvel ou *Wi-Fi*, o usuário poderá receber notificações do aplicativo. Além do mais o aplicativo não coleta nenhum dado pessoal do usuário ou de localização do mesmo, e levando em consideração que o aplicativo estará trabalhando em segundo plano no dispositivo, é importante

que o usuário esteja ciente dessas informações, como mostra a tela apresentada pela Figura 3.3(a). Essa tela também apresenta o botão de continuar, para que o usuário possa prosseguir no tutorial.



Figura 3.2: Tela inicial do aplicativo no primeiro contato que corresponde a EU01 da  $f_1$ .  
Fonte: A autora



(a) Modo de funcionamento do aplicativo (b) Questões de privacidade do aplicativo

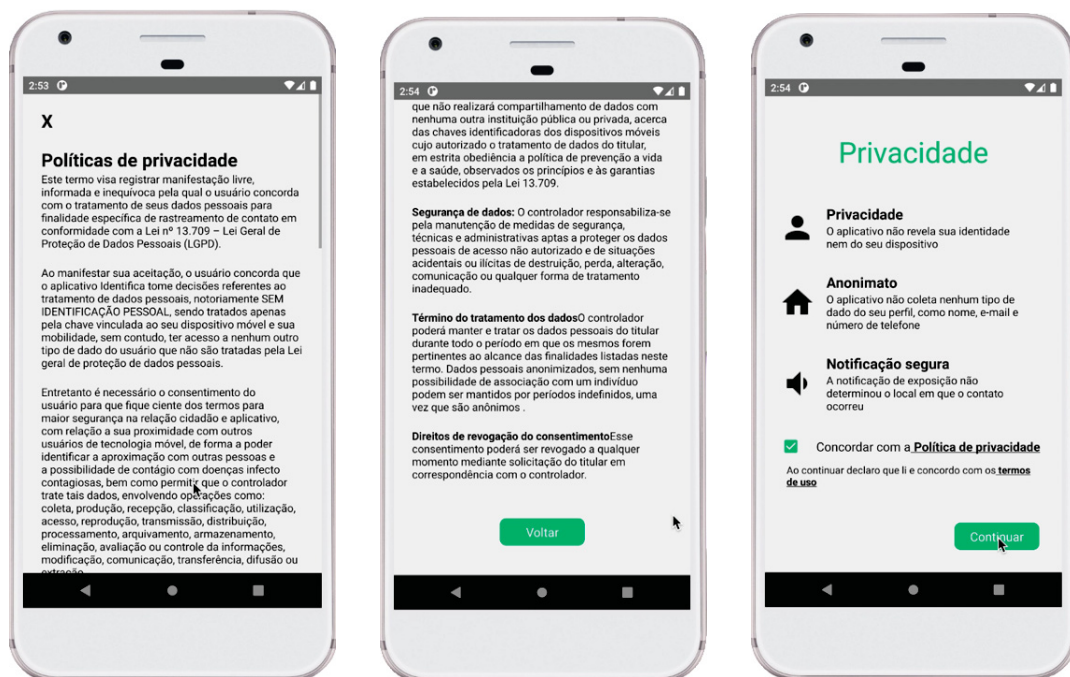
Figura 3.3: Telas referentes ao modo de funcionamento e questões de privacidade do aplicativo, as quais correspondem a EU02 e EU03 da  $f_1$ .

Fonte: A autora

Depois de apresentar o modo de funcionamento, o *Identifica* apresenta ao usuário as questões de privacidade e termos de uso, como mostra a tela da Figura 3.3(b). Essa tela tem como objetivo situar o usuário quanto a privacidade de dados. O *Identifica* não coleta nenhuma

informação pessoal do usuário e nenhum dado de localização do dispositivo. Sendo assim, quando um usuário for notificado sobre o contato com um indivíduo doente, ele recebe uma notificação do *Identifica* informando apenas a doença e a data em que houve o contato entre ele e o usuário que reportou um caso positivo.

Além dessas informações, nessa tela também são apresentados os termos de uso do aplicativo e as políticas de privacidade, que podem ser consultadas pelo usuário caso ele desejar, para isso basta que o usuário acesse os documentos por meio dos *links* disponíveis nessa tela. Ao clicar nos *links*, o usuário será redirecionado para outras telas em que terão acesso aos respectivos documentos, como apresentado nas telas das Figuras 3.4(a) e 3.4(b).



(a) Políticas de privacidade (EU04 da  $f_1$ ) (b) Políticas de privacidade (EU05 da  $f_1$ ) (c) *checkbox* marcado (EU06 da  $f_1$ ).

Figura 3.4: Telas que apresentam os documentos que podem ser acessados pelo usuário e a concordância com termos de uso e políticas de privacidade e correspondem as EU04, EU05 e EU06 da  $f_1$  respectivamente.

Fonte: A autora

Após visualizar documentos e para poder prosseguir com a utilização do aplicativo, o usuário deverá marcar o *checkbox* apresentado na tela, sinalizando que está ciente e concorda com os termos de uso e políticas de privacidade, habilitando o botão para continuar o tutorial. Essa ação é representada pela tela da Figura 3.4(c).

Para concluir o tutorial do aplicativo, são apresentadas ao usuário as telas onde ele vai concordar em utilizar os serviços necessários para a utilização do aplicativo, ou seja, ele deverá concordar com a utilização do *Bluetooth* para compartilhar informações de contato com outros dispositivos e o serviço de notificações, para ser notificado quando identificado uma exposição. Essa tela é apresentada na Figura 3.5(a). Assim, o usuário deverá marcar o *checkbox* referente a cada serviço e ativá-lo para habilitar o botão “Continuar” e concluir o tutorial como mostra a tela da Figura 3.5(b). Destaca-se que, as telas que representam o tutorial e inicialização do aplicativo, serão disponibilizadas aos usuário somente no primeiro acesso ao aplicativo. Uma vez que o usuário concorde com tudo, ele não terá acesso às telas iniciais novamente enquanto o aplicativo estiver instalado em seu dispositivo, com exceção dos casos onde o usuário exclui o aplicativo e o instale novamente no dispositivo. Concluindo o tutorial, os usuários terão acesso ao aplicativo que estará disponível para utilização ( $f_2$ ).

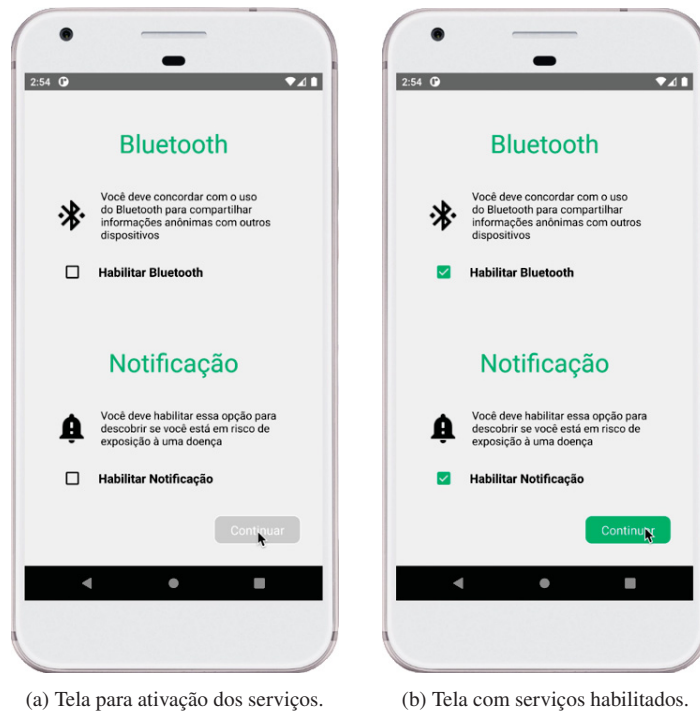


Figura 3.5: Telas referentes a ativação dos serviços do aplicativo que corresponde a EU07 da  $f_1$ .

Fonte: A autora

Na Figura 3.6 é apresentada a tela inicial do aplicativo desenvolvido. É essa tela que os usuários terão acesso toda vez que acessarem o aplicativo a partir do momento que o tutorial for concluído. Essa tela apresenta ao usuário a logo do aplicativo e dois botões que dão acesso aos outros dois módulos do aplicativo, reportar diagnóstico e consultar exposições.



Figura 3.6: Tela inicial do *Identifica* que corresponde a EU07 da  $f_2$ .

Fonte: A autora

O primeiro botão, “Possíveis Exposições” é onde o usuário poderá acessar as notificações sobre exposição à doenças contagiosas devido ao contato com um indivíduo doente ( $f_3$  e  $f_5$ ). O segundo botão “Reportar Diagnóstico” diz respeito a identificação e confirmação de usuários, ou seja, o reporte de um diagnóstico positivo para uma doença contagiosa ( $f_4$ ), ambos apresentados nas Seções 3.3 e 3.4.

### 3.3 MÓDULO 2 - IDENTIFICAÇÃO E CONFIRMAÇÃO DE USUÁRIOS

Este módulo tem como objetivo descrever a funcionalidade de reportar um diagnóstico positivo ao aplicativo ( $f_4$ ).

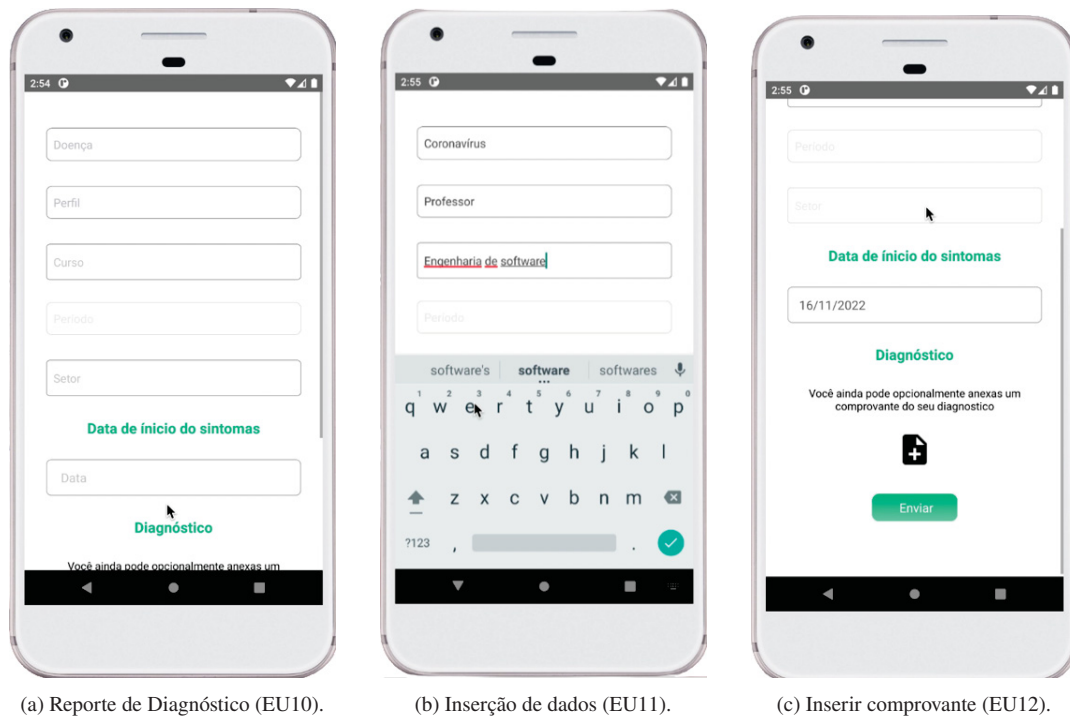


Figura 3.7: Telas referentes ao reporte de diagnóstico positivo que correspondem as EUs da  $f_4$ .

Fonte: A autora

A partir da tela inicial do aplicativo mostrado anteriormente na Figura 3.6, o usuário poderá acessar a área de “Reportar Diagnóstico” clicando no respectivo botão. Realizando essa ação o usuário terá acesso a tela de inserção dos dados para reportar um caso positivo, representadas pelas Figuras 3.7(a), 3.7(b) e 3.7(c). Ao realizar a inserção dos dados para reportar um diagnóstico de doença infecciosa, ele deverá indicar ao *Identifica* a doença por meio do campo “Doença” que se trata de um campo do tipo *Select*. Em seguida o usuário deverá escolher o perfil por meio de outro campo *Select*, que pode ser *i*) aluno, *ii*) professor; ou *iii*) servidor.

Se o usuário que está reportando o diagnóstico identificar-se como aluno, ele deverá preencher os campos “curso” e “semestre”, os quais se tratam respectivamente de campos de texto e campo *select*. Por outro lado, se o usuário for um professor, ele deverá preencher apenas o campo “curso” e uma vez que ele poderá ministrar aulas em períodos diferentes, esse campo ficará desabilitado no momento do diagnóstico. Quando o usuário se identificar como servidor, os campos “curso” e “período” ficarão desabilitadas e ele deverá apenas preencher o campo de texto “setor”. Após o usuário inserir esses dados, ele deverá indicar ao aplicativo, a data em que ele começou a apresentar os sintomas, ou seja, o dia em que apresentou o primeiro sintoma.

Essa data, definida como **diagnóstico inicial** será utilizada como base para definir quais usuários deverão receber a notificação sobre uma possível exposição.

Dessa forma, o usuário deverá indicar ao aplicativo a data em que começou a apresentar sintomas da doença diagnosticada (Diagnóstico inicial, Figura 3.7(c)), e se desejar, ainda terá opção para anexar um comprovante por meio do *upload* de arquivos, que podem ser documentos ou fotos para comprovar o diagnóstico da doença reportada (Figura 3.7(c)).

Vale destacar que, além da doença e data, nenhum dos demais dados informados pelo usuário no momento em que ele registra o diagnóstico serão informados na notificação que os usuários recebem quando são notificados sobre uma exposição, uma vez que esses dados podem levar a identificação intuitiva do usuário que reportou o caso pelo usuário notificado. Esses dados são solicitados apenas para registro e ficam armazenadas no servidor de forma anônima apenas para possíveis implementações futuras, como telas de estatísticas e geração de gráficos.

### 3.4 MÓDULO 3 - ESTABELECIMENTO DA REDE DE CONTATO E NOTIFICAÇÃO

Este é o terceiro e último módulo do aplicativo, e trata-se do módulo responsável pelo estabelecimento da rede de contato do usuário doente e notificação aos usuários expostos ( $f_3$  e  $f_5$ ). A partir do momento que um usuário tenha testado positivo e reportado o caso ao aplicativo, o *Identifica* deverá fazer a conexão entre esse usuário e os demais usuários com quem ele teve contato, a fim de notificá-los sobre a possível exposição à doença.

Cada dispositivo que possui o *Identifica* instalado, gera um identificador único universal (do inglês: *universally unique identifier* - *UUID*), que se trata de um número de 128 bits representado por 32 dígitos hexadecimais e separados por quatro hifens. Esse código é utilizado para identificação única de qualquer informação em sistemas de computação (Schaffer et al., 2007). Por meio da utilização da biblioteca padrão *UUID*, esses identificadores são gerados aleatoriamente pelo aplicativo e atribuídos a cada dispositivo que possui o aplicativo instalado. Tendo em vista que os códigos *UUID* são únicos e para fins práticos, no contexto deste aplicativo eles são utilizados para identificar unicamente cada dispositivo. Dessa forma, toda vez que um dispositivo com o aplicativo instalado se comunicar via *Bluetooth* com outro dispositivo que também possui o aplicativo instalado, ambos registram um encontro, identificando e armazenando o *UUID* um do outro no servidor. Dessa forma, por meio do *Bluetooth* ativo e conexão com a internet, o *Identifica* consegue realizar o mapeamento de todas as comunicações realizadas entre os dispositivos, registrando-as automaticamente no servidor.

Quando um usuário reporta uma infecção ao aplicativo é gerado um dado, o qual é composto pelas informações registradas durante o reporte do diagnóstico ao aplicativo (doença, perfil, curso, período, setor, data do início dos sintomas), e esse dado é salvo no servidor. Assim, o processo de rastreamento de contatos e notificação aos usuários expostos é iniciado considerando todos os *UUIDs* que o aplicativo desse usuário registrou no servidor.

Para o contexto do *Identifica*, inicialmente foi utilizado uma média de sete dias de diagnóstico, ou seja, levando em consideração a data de diagnóstico inicial (data de início dos sintomas informada pelo usuário no momento em que este realizou o registro no aplicativo), será adicionado um período equivalente a sete dias à data informada, o que definirá a data final de cada diagnóstico e os usuários que devem ser notificados. Dessa forma, todos os *UUIDs* identificados pelo dispositivo desse usuário, no período entre a data de diagnóstico inicial (primeiro sintoma do usuário) e data em que o usuário reportou seu diagnóstico ao aplicativo serão notificados. A média de sete dias de diagnóstico, foi utilizada inicialmente para o desenvolvimento do aplicativo levando em consideração os sintomas de Gripe (Serviço Nacional de Saúde, 2022) e Covid-19 (Fundação Oswaldo Cruz, 2020). Em melhorias futuras, pretende-se atualizar o aplicativo para

que o tempo de diagnóstico de cada doença em específico seja variável, de acordo com o tempo de incubação e transmissão de cada uma.

Partindo deste princípio, segue um exemplo de como é estabelecida a rede de contatos do usuário que utiliza o aplicativo *Identifica*:

1. No dia 01 (segunda-feira), o usuário **A** registrou um contato com os usuários **B** e **C**. O dispositivo de cada um dos 3 usuários identificou o UUID dos outros dois usuários e os armazenou no servidor;
2. No dia 03 (quarta-feira) o usuário **A** teve febre durante a noite e dor de garganta durante o dia 04 (quinta-feira);
3. Durante o dia 04 (quinta-feira), o usuário **A** teve contato com o usuário **D**, **E** e **F** e novamente os dispositivos se comunicaram e armazenaram seus respectivos UUIDs no servidor;
4. No dia 06 (sábado), o usuário **A** foi ao médico e foi diagnosticado com gripe. Assim que foi diagnosticado, esse usuário acessou o *Identifica* em seu dispositivo e reportou um caso positivo para GRIPE, indicando a data de **diagnóstico inicial** como dia 03 (quarta-feira), ou seja, a data em que apresentou o primeiro sintoma;
5. Tendo em vista que o diagnóstico inicial do usuário **A** é dia 03 (quarta-feira), dia em que ele apresentou o primeiro sintoma da doença, todos os usuários do aplicativo que tiveram contato com ele entre os dias 03 (quarta-feira, dia do diagnóstico inicial) e o dia 06 (sábado, dia do diagnóstico no aplicativo) deverão ser notificados pelo *Identifica*, que é o caso dos usuários **D**, **E** e **F**, uma vez que esses registraram contato com o usuário **A** no dia 04 (quinta-feira).
6. Tendo em vista que cada dispositivo armazena os UUIDs dos dispositivos com quem teve contato na base de dados, quando existe a identificação de um caso positivo, o servidor realiza uma busca pela base a fim de identificar quais são os UUIDs correspondentes aos dispositivos que deverão ser notificados, e ao identificar esses dispositivos, o servidor envia uma notificação ao aplicativo correspondente. Neste contexto, os usuários **D**, **E** e **F** receberão uma notificação em seu dispositivo, alertando-os sobre uma possível exposição a doença GRIPE. Nesse caso, esses usuários deverão atentar-se a presença de algum sintoma de gripe, caso venham a apresentar sintomas, poderão comprovar o diagnóstico e reportar o caso positivo ao aplicativo para assim notificar os usuários com quem tiveram contato também.

Sendo assim, toda vez que ocorrerem correspondências entre usuários que reportarem um caso positivo para uma doença no aplicativo e usuários que tiveram contato com o mesmo, o servidor enviará uma notificação ao aplicativo do usuário exposto indicando qual doença ele foi exposto (Figura 3.8(a)).

Após ser notificado, caso usuário queira saber mais detalhes sobre essa exposição ele poderá acessar o aplicativo e a partir da tela inicial (apresentada na Figura 3.6 da Seção 3.2), acessar a tela de notificações pelo botão “Consultar exposições”. Ao consultar as exposições diretamente pelo aplicativo, o usuário poderá visualizar dois cenários baseados em sua rede de contatos:

1. Caso não tenham sido identificadas exposições para esse usuário, ele verá uma mensagem de que não foram identificadas exposições, conforme é apresentado na tela da Figura 3.8(b).

2. Por outro lado, quando identificadas exposições, o usuário verá nessa tela uma notificação sobre a doença a qual foi exposto juntamente com a data em que houve o contato com o usuário que reportou o caso positivo como visto na tela da Figura 3.8(c). A data que aparece nessa notificação recebida pelo usuário exposto, é referente ao dia em que o dispositivo do usuário notificado se comunicou com o usuário que reportou um caso positivo.

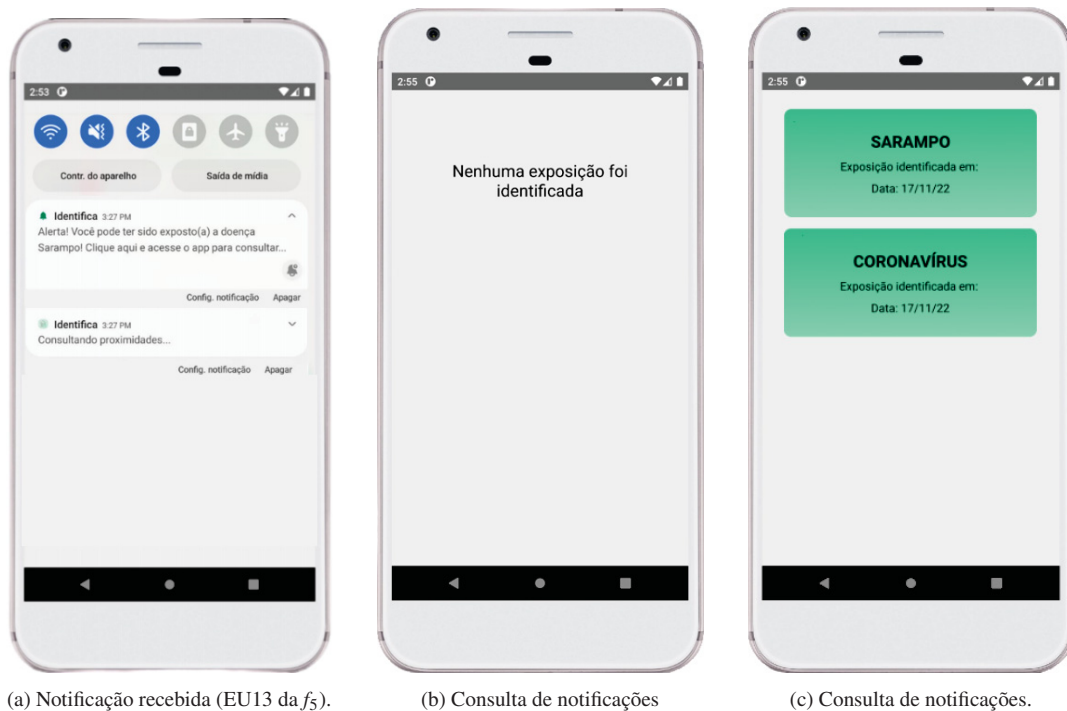


Figura 3.8: Telas referentes a visualização de notificações de exposição referentes a EU09 da  $f_3$ .

Fonte: A autora

### 3.5 TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO IDENTIFICA

Nesta seção são listadas as tecnologias utilizadas durante o desenvolvimento do *Identifica*, desde a criação dos *wireframes*<sup>1</sup> do aplicativo até o desenvolvimento completo englobando tanto o *front-end* quanto o *back-end* bem como a modelagem do banco de dados.

#### 3.5.1 Prototipagem

Para a criação dos *wireframes* das telas do *Identifica*, foi utilizado editor online *Draw.io*<sup>2</sup>. Essa plataforma foi escolhida uma vez que se trata de uma plataforma online e de fácil criação de desenhos, gráficos e outros elementos sem haver a necessidade de instalação de um software caro e pesado. Essa plataforma disponibiliza recursos para criação de qualquer tipo de desenho e possui suporte a várias formas e elementos possibilitando a criação de telas bem próximas ao esperado como resultado final, que facilita o trabalho.

<sup>1</sup>Protótipo ou uma versão primitiva do visual de um projeto.

<sup>2</sup>Disponível em: <https://www.diagrams.net>

### 3.5.2 Desenvolvimento *Front-end*

Levando em consideração que o *Identifica* é um aplicativo que tem como objetivo abranger tanto o sistema *Android* quanto o sistema *iOS*, o *front-end* foi desenvolvido em *TypeScript*<sup>3</sup> utilizando o *framework* do *React Native*<sup>4</sup>, uma vez que esses possibilitam o desenvolvimento para ambos os sistemas operacionais.

Tendo em vista que a comunidade disponibiliza de forma pública, algumas bibliotecas capazes de auxiliar os desenvolvedores no processo de desenvolvimento das plataformas, com intuito de otimizar o trabalho, algumas dessas bibliotecas foram utilizadas no contexto do aplicativo desenvolvido. A *reactnavigation*<sup>5</sup> é a biblioteca que foi utilizada para fazer a navegação entre as telas do aplicativo, bem como a *Axios*<sup>6</sup> foi utilizada para no processo de integração entre o *front-end* e o *back-end*, uma vez que ela auxilia no processo de interceptar requisições no *front-end*.

Para o desenvolvimento do formulário onde o usuário reporta um diagnóstico, buscou-se dar prioridade aos próprios componentes oferecidos pelo *react native*, porém ainda assim foi necessária a utilização de algumas bibliotecas auxiliares. Nesse sentido, foi utilizado a biblioteca do *Formik*<sup>7</sup> uma vez que ela auxilia no controle dos campos (como questões de obrigatoriedade, tipo do campo, tipo da informação e etc.), juntamente com o *Yup*<sup>8</sup> que ajuda a controlar se, o que foi inserido pelo usuário, condiz com o objetivo do campo e a *react-native-picker-select*<sup>9</sup> para os campos de seleção.

Para controle de campos que utilizam formatação de data, foi utilizada a biblioteca *momentjs*<sup>10</sup> uma vez que ela auxilia a formatação desses campos que são mostrados ao usuário e para o calendário que aparece ao usuário no momento de cadastrar uma infecção, foi utilizado a biblioteca *react-native-modal-datetime-picker*<sup>11</sup>. Para gerenciar o *upload* de arquivos no aplicativo e o envio desse arquivo para o servidor, foram utilizadas as bibliotecas *react-native-document-picker*<sup>12</sup> e a *base-64*<sup>13</sup>. Por fim, a *react-native-linear-gradient*<sup>14</sup> foi utilizada para dar o efeito de degradê em alguns botões do aplicativo.

### 3.5.3 Desenvolvimento *Back-end*

O desenvolvimento *back-end* do *Identifica* foi feito em linguagem *JavaScript*<sup>15</sup> compilado pelo *Noje.JS*<sup>16</sup>, e durante o desenvolvimento foram utilizadas bibliotecas e *frameworks* capazes de auxiliar o desenvolvimento e estabelecer as integrações e comunicações necessárias para o funcionamento do aplicativo. Para isso, as tecnologias essenciais para o desenvolvimento das principais funcionalidade do aplicativo são apresentadas a seguir.

<sup>3</sup>Disponível em: <https://www.typescriptlang.org>

<sup>4</sup>Disponível em: <https://reactnative.dev>

<sup>5</sup>Disponível em: <https://reactnavigation.org/docs/getting-started/>

<sup>6</sup>Disponível em: <https://axios-http.com/ptbr/docs/intro>

<sup>7</sup>Disponível em: <https://formik.org/docs/overview>

<sup>8</sup>Disponível em: <https://github.com/jquense/yup>

<sup>9</sup>Disponível em: <https://github.com/lawnstarter/react-native-picker-select>

<sup>10</sup>Disponível em: <https://momentjs.com/>

<sup>11</sup>Disponível em: <https://github.com/mmazzarolo/react-native-modal-datetime-picker>

<sup>12</sup>Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/react-native-document-picker>

<sup>13</sup>Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/react-native-image-base64>

<sup>14</sup>Disponível em: <https://github.com/react-native-linear-gradient/react-native-linear-gradient>

<sup>15</sup>Disponível em: <https://www.javascript.com>

<sup>16</sup>Disponível em: <https://nodejs.org/en/>

Para geração do aplicativo foi utilizado o *framework Express*<sup>17</sup> e o *Type ORM*<sup>18</sup> foi utilizado para modelagem automática do banco de dados uma vez que permite a criação automática das entidades e os arquivos de migração para o *PostgreSQL*<sup>19</sup>. Deve-se destacar o uso de duas bibliotecas importantes para o funcionamento do *Identifica*, são elas a *Nearby*<sup>20</sup> e *React native Bluetooth Status*<sup>21</sup>. Essas bibliotecas foram utilizadas para verificar se o *Bluetooth* está ativo no dispositivo e também para que fosse possível estabelecer a comunicação entre os dispositivos e os serviços de gerenciamento do aplicativo, *Firebase*<sup>22</sup>.

O envio de notificações *push* foi implementado por meio do *Firebase*, onde foi utilizado o *Firebase Cloud Message*<sup>23</sup> para estabelecer a comunicação entre dispositivo e servidor e o *OneSignal*<sup>24</sup> para integração das notificações. Ambas as tecnologias foram escolhidas devido a comodidade e suporte para desenvolvimento, e também levou-se em consideração o acesso a essas tecnologias uma vez que são disponibilizadas sem custo. Por fim, para o gerenciamento do banco de dados foi utilizado o *PostgreSQL* e o *Heroku*<sup>25</sup> para controlar todo o sistema de infraestrutura do aplicativo.

### 3.5.4 Criação e identificação de um usuário

Tendo em vista o desenvolvimento do aplicativo, é importante destacar como o mesmo reconhece um novo usuário. O usuário faz o *download* do *Identifica* na loja de aplicativos do seu sistema operacional e realiza o primeiro contato com o aplicativo como vimos anteriormente. Ao concluir o tutorial concordando com a utilização do *bluetooth* e do envio de notificações e habilitando esses serviços, o *back-end* cria um novo usuário e atribui a ele o seu *UUID*, salvando esse dado em uma variável local do aplicativo. A gravação desse dado é feito por meio da biblioteca *react-native-simple-store*<sup>26</sup>, que tem como objetivo “gravar em memória”. É por meio dessa biblioteca que o aplicativo identifica se o usuário que esta acessando o aplicativo se trata de um usuário novo ou um usuário já cadastrado, assim direcionando o usuário a página correta ao iniciar o aplicativo.

## 3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise da visão geral de três aplicativos de rastreamento de contatos desenvolvidos e utilizados no Brasil, no intuito de diminuir a propagação do vírus causador da Covid-19, identificou-se a falta de um aplicativo nacional que venha a suprir uma necessidade específica, que é concentrar os esforços em uma pequena parcela da população, e que possa ser utilizado em todo o território nacional. Tal necessidade também foi identificada levando em consideração a análise de todos os aplicativos identificados durante a condução do MLM, onde apenas um aplicativo que possui um público alvo específico foi identificado.

Sendo assim, neste Capítulo foi apresentado a proposta do *Identifica*, um aplicativo de rastreamento de contatos proposto para suprir essa necessidade no Brasil, uma vez que com esse aplicativo, por meio do *Bluetooth* será possível realizar o mapeamento de contatos entre os

<sup>17</sup>Disponível em: <https://expressjs.com/pt-br/>

<sup>18</sup>Disponível em: <https://typeorm.io>

<sup>19</sup>Disponível em: <https://www.postgresql.org>

<sup>20</sup>Disponível em: <https://developers.google.com/nearby?hl=pt-br>

<sup>21</sup>Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/react-native-bluetooth-status>

<sup>22</sup>Disponível em: <https://firebase.google.com/?hl=pt>

<sup>23</sup>Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging?hl=pt-br>

<sup>24</sup>Disponível em: <https://onesignal.com>

<sup>25</sup>Disponível em: <https://www.heroku.com>

<sup>26</sup>Disponível em: <https://github.com/jasonmerino/react-native-simple-store/blob/master/docs/index.md>

usuários e estabelecer uma rede de transmissão para determinar quando um indivíduo doente pode ter transmitido a doença para indivíduos saudáveis.

O *Identifica* foi desenvolvido levando em consideração o contexto das Instituições de Ensino Superior e tem como objetivo mapear as interações entre alunos, professores e servidores a fim de estabelecer uma rede de contato entre os usuários, para que quando um indivíduo for diagnosticado positivamente para uma doença contagiosa, os demais indivíduos em potencial risco de contaminação devido a exposição a doença sejam notificados para que possam tomar as medidas necessárias, e assim contribuir para a diminuição da cadeia de infecção dessas doenças.

Após o desenvolvimento do aplicativo, foi realizado um estudo de caso para avaliar a usabilidade e utilidade desse aplicativo no contexto das instituições de ensino superior. O protocolo que descreve o estudo de caso realizado bem como os resultados alcançados pela avaliação, serão apresentados no Capítulo 4.

## 4 ESTUDO DE CASO PARA AVALIAR A ACEITAÇÃO E USO DO APLICATIVO IDENTIFICA COM ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR

O presente Capítulo apresenta um estudo de caso exploratório conduzido para avaliar a aceitação e o uso do aplicativo *Identifica* com estudantes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos. O estudo foi planejado e conduzido em quatro etapas, seguindo o *guideline* proposto por (Wohlin et al., 2012), conforme apresentado na Figura 4.1.

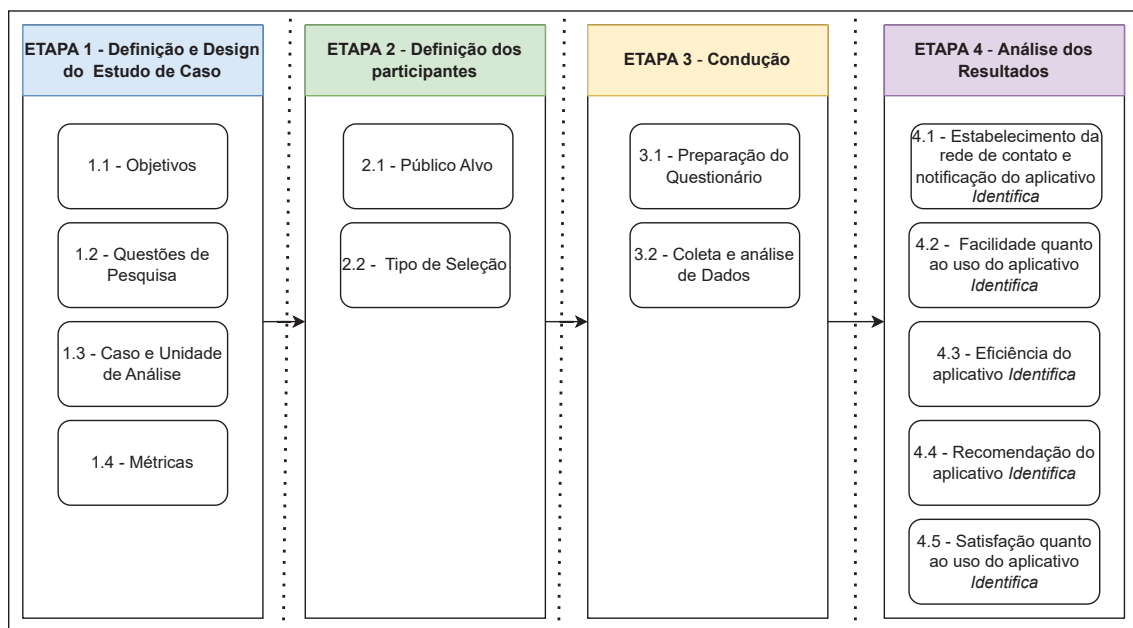


Figura 4.1: Planejamento do Estudo de Caso.

Fonte: A autora

Conforme apresentado na Figura 4.1, na primeira etapa são apresentados os objetivos do estudo de caso, bem como a definição das questões de pesquisa que norteiam o desenvolvimento do mesmo, o caso e a unidade de análise e por fim as métricas de avaliação utilizadas no estudo. Na etapa dois, é definido o público alvo do estudo realizado bem como o meio de seleção desse público. Na etapa três, é detalhado o desenvolvimento do questionário para coleta de dados bem como o processo de coleta desses dados. Por fim, na etapa quatro são analisados e apresentados os dados alcançados por meio do estudo de caso.

Dessa forma, no restante do Capítulo é apresentado na Seção 4.1 o objetivo do estudo, as questões de pesquisa, a unidade de análise e as métricas utilizadas para avaliar a aceitação e o uso do aplicativo *Identifica*. Na Seção 4.2 é definido o público alvo, bem como foram selecionados. Na Seção 4.3 é apresentada a condução do estudo de caso, dividido em três etapas: preparação do questionário (Subseção 4.3.1), coleta e a análise dos dados (Subseção 4.3.2). A etapa de análise dos Resultados é apresentada na seção 4.4 e as discussões são apresentadas na Seção 4.5.

### 4.1 DEFINIÇÃO E DESIGN DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso quanto ao objetivo é exploratório, pois visa coletar a percepção de estudantes do ensino superior a respeito da aceitação e do uso do aplicativo *Identifica* como uma solução para o controle e o monitoramento de doenças infecciosas. Com este estudo espera-se

identificar a utilidade e a intenção de uso do aplicativo como uma solução para o controle e o monitoramento de doenças infecciosas.

Um ponto importante no desenvolvimento de um estudo de caso é a definição do caso e da unidade de análise. Yin (2003) define que o caso, pode ser um indivíduo, um grupo de indivíduos, um evento, uma entidade, um projeto, uma tecnologia entre outros. Da mesma forma, esse caso também pode constituir a unidade de análise do estudo. Essas características definem o tipo de estudo de caso a ser utilizado na pesquisa, o qual pode ser holístico, quando se tem uma única unidade de análise ou incorporado, quando possui várias unidades de análise; e projetos de caso único ou casos múltiplos, onde considera-se um ou mais de um caso respectivamente.

Partindo desse princípio, o estudo de caso conduzido é caracterizado como holístico de caso único (Yin, 2003). O estudo de caso é definido como holístico uma vez que possui uma única unidade de análise, que neste caso é o aplicativo desenvolvido. Ele é definido como caso único pois considera os estudantes da Universidade como caso representativo, uma vez que utilizam e avaliam o aplicativo.

A partir da definição do estudo de caso, o modelo *Goal-Question-Metric*(GQM) proposto por Basili and Weiss (Basili e Weiss, 1984) foi utilizado para estabelecer o objetivo do estudo de caso que pode ser resumido da seguinte forma:

*"Analisar o aplicativo Identifica com o propósito de avaliar quanto a aceitação e uso do ponto de vista de estudantes no contexto da Universidade."*

Para alcançar o objetivo estabelecido neste estudo de caso, foram definidas cinco Questões de Pesquisa (QPs):

- **QP<sub>1</sub>**: O quão o aplicativo *Identifica* ajuda a estabelecer uma rede de contato e notificar um indivíduo quando exposto a uma doença no contexto da Universidade?
- **QP<sub>2</sub>**: O quão fácil é o uso do aplicativo *Identifica* no contexto da Universidade?
- **QP<sub>3</sub>**: O quão eficiente é a adoção do aplicativo *Identifica* para o rastreamento de contato no contexto da Universidade?
- **QP<sub>4</sub>**: O quão o uso do aplicativo *Identifica* é recomendado no contexto da Universidade?
- **QP<sub>5</sub>**: O quão satisfeitos estão os indivíduos com o uso do aplicativo *Identifica* no contexto da Universidade?

Para avaliar a aceitação e o uso do aplicativo *Identifica* foi utilizado o Modelo de aceitação tecnológica (*Technology Acceptance Model - TAM*). Esse modelo tem como objetivo entender a percepção do usuário quanto a utilidade e facilidade de uso de uma determinada tecnologia, bem como a intenção em utilizá-la no futuro (Davis et al., 1989). Dessa forma, as métricas do modelo TAM utilizadas neste estudo foram:

- **Utilidade Percebida (UP)**: refere-se ao “grau que cada indivíduo acredita que o uso do aplicativo *Identifica* poderia ajudar a estabelecer a sua rede de contato e ser avisado caso exposto a uma doença a partir do contato com outro indivíduo confirmado como positivo para uma doença contagiosa”. Esta métrica foi utilizada para responder a QP<sub>1</sub>.
- **Facilidade de Uso Percebida (FUP)**: refere-se ao “grau em que um indivíduo acredita que o uso do aplicativo *Identifica* estaria livre de esforço”. Esta métrica foi utilizada para responder a QP<sub>2</sub>.

- **Atitude para Uso (AU):** refere-se ao “grau individual de avaliação do aplicativo *Identifica* influenciando na intenção de uso do aplicativo pelos usuários”. Esta métrica foi utilizada para responder a QP<sub>3</sub>.
- **Intenção Comportamental de Uso (ICU):** refere-se à “uma probabilidade subjetiva individual que determina o comportamento dos usuários quanto a utilização do aplicativo”. Esta métrica foi utilizada para responder a QP<sub>4</sub>.
- **Uso Real (UR):** “refere-se ao grau de satisfação dos usuários a partir do uso do aplicativo *Identifica*”. Esta métrica foi utilizada para responder a QP<sub>5</sub>.

## 4.2 DEFINIÇÃO DOS PARTICIPANTES

O público alvo do aplicativo *Identifica* são alunos, professores e/ou servidores públicos de Universidades. No entanto, neste estudo de caso realizado durante o mês de novembro de 2022, participaram de forma voluntária somente estudantes do curso de Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campi de Dois Vizinhos.

Estes estudantes foram selecionados de forma não probabilística e por conveniência, os quais estavam divididos entre as disciplinas de requisitos de software do quarto período e gestão de software do sexto período. Um total de 64 estudantes estavam cursando as disciplinas, porém não foi possível a participação destes estudantes, pois somente 35 possuíam dispositivos com sistema operacional *Android* para a utilização e a avaliação do aplicativo.

## 4.3 CONDUÇÃO

A condução do estudo de caso foi dividida em duas etapas: (1) Preparação do Questionário; (2) Coleta e Análise dos Dados.

### 4.3.1 Etapa 1 - Preparação do Questionário

Para avaliar o aplicativo foi desenvolvido um questionário utilizando a ferramenta online *Google Forms*, o qual foi disponibilizado para os participantes após o uso do aplicativo. Este questionário é caracterizado como semiestruturado, contendo 38 questões divididas em três tipos: múltipla escolha, escala (concordância e satisfação) e uma questão aberta, conforme pode ser visualizado no Apêndice B. Para as questões de escala de avaliação foi utilizada a escala Likert (1932) de cinco níveis, sendo o nível mais alto definido por “Concordo totalmente” ou “Muito satisfeito”, e o nível mais baixo por “Discordo totalmente” ou “Muito insatisfeito”, respectivamente. O questionário desenvolvido foi dividido em quatro partes:

- **I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE):** visa apresentar o objetivo da pesquisa e fornecer uma visão do processo de condução do estudo de caso ao participante. O TCLE utilizado está disponível no Apêndice C.
- **II - Perfil do Participante:** visa coletar dados gerais dos participantes e seu grau de conhecimento com o tema pesquisado. Neste sentido buscou-se identificar se o participante tinha conhecimento sobre o termo “rastreamento de contato”, se já havia utilizado algum aplicativo com essas características e se já havia sido diagnosticado com Covid-19 alguma vez desde o início da pandemia.

- **III - Análise da aceitação e do uso:** visa avaliar o aplicativo do ponto de vista dos participantes levando em consideração as métricas UP, FUP, AU, ICU e UR.
- **IV - Feedback e Sugestões:** visa coletar *feedbacks* individuais dos participantes e possíveis de sugestões relacionadas à melhorias e/ou funcionalidades.

Conforme ressaltado anteriormente, na parte III do questionário, as questões foram desenvolvidas com base nos indicadores definidos de acordo com cada métrica. Para a Utilidade Percebida (UP), que tem como objetivo identificar a utilidade do aplicativo, foram definidos 10 indicadores ( $UP = UP_1, \dots, UP_{10}$ ) conforme apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Indicadores relacionados à métrica Utilidade Percebida (UP).

ID	Indicadores
UP <sub>1</sub>	Consigo entender a finalidade do aplicativo.
UP <sub>2</sub>	Considero o aplicativo útil para realizar o rastreamento de contatos.
UP <sub>3</sub>	Considero o aplicativo útil para reportar um diagnóstico positivo.
UP <sub>4</sub>	Considero o aplicativo útil para ser notificado sobre exposições.
UP <sub>5</sub>	O aplicativo permite que eu reporte um caso de doença.
UP <sub>6</sub>	O aplicativo permite que eu seja notificado em caso de ter estabelecido contato com alguém que reportou uma doença.
UP <sub>7</sub>	O aplicativo permite que eu consulte TODAS as exposições em qualquer momento.
UP <sub>8</sub>	As informações que recebo do aplicativo são autênticas.
UP <sub>9</sub>	O aplicativo atende minha necessidade de ser notificado.
UP <sub>10</sub>	O aplicativo atende minha necessidade de reportar um diagnóstico.

Para a Facilidade do Uso Percebida (FUP), que tem como objetivo investigar as questões de usabilidade do aplicativo, foram definidos oito indicadores ( $FUP = FUP_1, \dots, FUP_8$ ) conforme apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Indicadores relacionados à métrica Facilidade do Uso Percebido (FUP).

ID	Indicadores
FUP <sub>1</sub>	Baixar o aplicativo no meu celular foi fácil.
FUP <sub>2</sub>	É fácil utilizar o aplicativo de modo geral.
FUP <sub>3</sub>	Considero fácil consultar lista de exposições.
FUP <sub>4</sub>	Considero fácil reportar um diagnóstico positivo.
FUP <sub>5</sub>	Considero fácil anexar um arquivo.
FUP <sub>6</sub>	A interface é agradável.
FUP <sub>7</sub>	Consigo navegar bem pelas telas do aplicativo.
FUP <sub>8</sub>	Consigo usar as funcionalidades do aplicativo.

Para a métrica de Atitude para Uso (AU), que busca investigar a atitude de utilização dos participantes, foram definidos cinco indicadores ( $AU = AU_1, \dots, AU_5$ ) conforme apresentados na Tabela 4.3.

Para a métrica Intenção Comportamental de Uso (ICU), que busca investigar as intenções dos participantes quanto a utilização do aplicativo, foram definidos quatro indicadores ( $ICU = ICU_1, \dots, ICU_4$ ), conforme apresentados na Tabela 4.4.

Por fim, o Uso Real (UR) tem como objetivo identificar o uso real dos participantes quanto a aplicativos que tenham a mesma proposta do aplicativo apresentado. Para essa métrica foram definidos três indicadores ( $UR = UR_1, \dots, UR_3$ ), conforme apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.3: Indicadores relacionados à métrica Atitude para Uso (AU).

ID	Indicadores
AU <sub>1</sub>	Utilizar aplicativos de rastreamento de contatos é uma boa ideia.
AU <sub>2</sub>	Eu desejo continuar utilizando aplicativos para rastreamento de contato.
AU <sub>3</sub>	Eu acho que seria bom todas as universidades aderirem ao uso de um aplicativo para monitorar as epidemias.
AU <sub>4</sub>	Eu gosto da ideia de ser notificado quando tiver um contato de forma anônima.
AU <sub>5</sub>	Eu gosto da ideia de manter meus colegas avisados de forma anônima em caso de eu ser diagnosticado com alguma doença.

Tabela 4.4: Indicadores relacionados à métrica Intenção Comportamental para Uso (ICU).

ID	Indicadores
ICU <sub>1</sub>	Pretendo utilizar o aplicativo para contribuir no enfrentamento a pandemia.
ICU <sub>2</sub>	Pretendo utilizar o aplicativo para reportar meu diagnóstico quando testar positivo para alguma doença infecciosa.
ICU <sub>3</sub>	Pretendo manter o aplicativo atualizado e ativo enquanto estiver dentro da instituição.
ICU <sub>4</sub>	Pretendo recomendar o uso do aplicativo <i>Identifica</i> para outras pessoas da Universidade.

Tabela 4.5: Indicadores relacionados à métrica Uso Real (UR)

ID	Indicadores
UR <sub>1</sub>	Eu já sabia como funcionavam aplicativos de rastreamento de contato.
UR <sub>2</sub>	Eu já utilizei aplicativos de rastreamento de contato.
UR <sub>3</sub>	Estou satisfeito com o aplicativo após a utilização do <i>Identifica</i> .

Após o desenvolvimento do questionário, um estudo piloto foi conduzido a fim de observar possíveis melhorias no questionário a partir do *feedback* dos participantes. No estudo piloto, cinco indivíduos já formados foram convidados aleatoriamente para participar, sendo eles dois formados na área de computação, e três formados em outras áreas. Após a condução do estudo piloto realizado durante três dias, a avaliação dos participantes foi positiva, com apenas duas sugestões: (i) solicitar aos participantes se já haviam testado positivo para Covid-19; e (ii) criar uma pergunta em aberto para sugestões.

#### 4.3.2 Etapa 2 - Coleta e Análise dos Dados

O processo de coleta dos dados do estudo de caso conduzido foi dividido em cinco etapas:

1. **Organização dos grupos:** para facilitar a avaliação do aplicativo *Identifica*, os estudantes de cada disciplina foram divididos em dois grupos: (G1) estudantes que simularam um caso positivo; e (G2) estudantes que observaram a ocorrência de notificações de exposição, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.6.
2. **Apresentação do aplicativo *Identifica*:** foi realizada presencialmente durante as aulas de ambas as disciplinas. A apresentação foi dividida em duas partes: (i) apresentação

Tabela 4.6: Organização dos grupos para avaliar

Disciplinas	Total de Estudantes	G1	G2
Requisitos de Software	22	8	14
Gestão de Projeto de Software	13	4	9

de *slides*<sup>1</sup> para fornecer uma visão geral do objetivo do aplicativo; e (ii) apresentação de um vídeo explicativo sobre o funcionamento do aplicativo, publicado na plataforma Youtube<sup>2</sup>.

3. **Disponibilização dos materiais:** tanto a apresentação do aplicativo quanto o vídeo foram disponibilizados aos 35 estudantes antes da utilização e avaliação do aplicativo *Identifica*.
4. **Utilização do aplicativo:** foi orientado aos estudantes que seguissem os seguintes passos para a utilização do *Identifica*:
  - 4.1 Os 35 estudantes realizaram o *download* do aplicativo por meio de um link disponibilizado pelo *Firebase Storage*<sup>3</sup>.
  - 4.2 Os 35 estudantes realizaram o cadastro do usuário ao acessar pela primeira vez o aplicativo;
  - 4.3 Os 35 estudantes habilitaram todas as permissões que o aplicativo solicita para o funcionamento;
  - 4.4 Os 12 estudantes do G1 registraram uma infecção no aplicativo *Identifica*;
  - 4.5 Os 35 estudantes observaram a ocorrência das notificações por exposição;
  - 4.6 Os 35 estudantes consultaram as exposições dentro do próprio aplicativo, no local onde as exposições podem ser consultadas a qualquer momento caso o usuário perca a notificação *pop-up* recebida.
5. **Avaliação do aplicativo *Identifica*:** foi realizada pelos 35 estudantes por meio de um questionário disponibilizado de forma online na plataforma do Google<sup>4</sup>.

#### 4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a coleta dos dados, foi realizada a análise de conteúdo qualitativa aplicando a técnica de sumarização (Flick, 2008). Essa técnica permitiu a criação de categorias, associadas as métricas FU, UP, AU, ICU e UR, a partir dos questionários preenchidos por todos os estudantes após a utilização do aplicativo *Identifica*. Essa Seção tem como objetivo apresentar os resultados alcançados por meio do Estudo de caso realizado. Sendo assim, a Subseção 4.4.1 apresenta os dados gerais dos participantes e as Subseções 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5 e 4.4.6 buscam responder

<sup>1</sup><https://docs.google.com/presentation/d/1C6Bs75rtya-GzirIYxRCIpbOHjy4zCuwAskqgz2YTs/edit?usp=sharing>

<sup>2</sup><https://youtu.be/ozbPNZt7INK>

<sup>3</sup>Serviço de armazenamento de objetos que pode ser acessado para fazer *Upload* e *Download* de arquivos e monitorar o progresso de tarefas.

<sup>4</sup><https://forms.gle/UjwLvDPEHuufn8ucA>

as cinco questões de pesquisa, respectivamente. Por fim, na Subseção 4.4.7 é apresentado o *feedback* e as sugestões gerais dos participantes.

#### 4.4.1 Dados gerais dos participantes

Entre os 35 participantes do estudo de caso, 91% (32/35) dos participantes eram do sexo masculino, logo somente 9% (3/35) representam o sexo feminino, como apresenta a Figura 4.2. Essa disparidade entre os sexos na apresentação dos resultados se dá devido ao fato da carência da presença feminina entre os participantes no curso analisado.

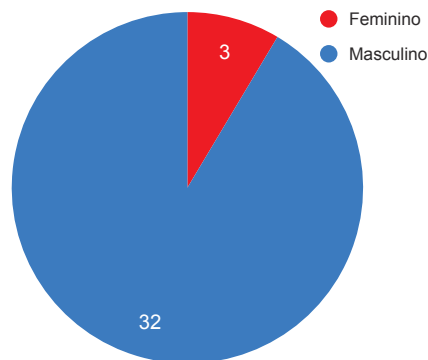


Figura 4.2: Distribuição dos participantes por sexo.  
Fonte: A autora

Em relação ao Covid-19, foi questionado aos participantes se eles já haviam sido diagnosticados com a doença em algum momento desde o início da pandemia. A Figura 4.3 ilustra que 66% (23/35) dos participantes não tinham sido diagnosticados com a doença nenhuma vez. Por outro lado, 20% (7/35) dos participantes reponderaram que já haviam sido diagnosticados com a doença 1 vez, 9% (3/35) foram por duas vezes, 3% (1/35) mais de 2 vezes e 3% (1/35) não souberam informar.

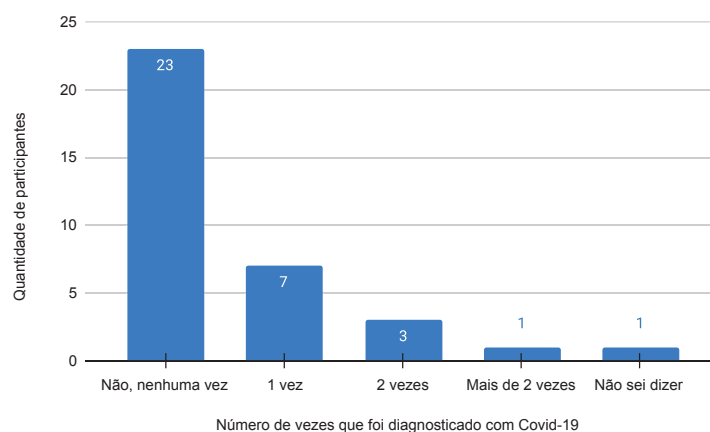


Figura 4.3: Número de participantes diagnosticados com Covid-19 durante a pandemia.  
Fonte: A autora

Por fim, foi questionado aos participantes se eles sabiam o que significava o termo “Rastreamento de Contatos” e se alguma vez durante a pandemia fizeram o uso de algum aplicativo com esse objetivo. Neste contexto, a Figura 4.4(a) indica que 83% (29/35) tinha conhecimento do termo rastreamento de contato, enquanto que 17% (6/35) não sabia o que significa o termo. Já

na Figura 4.4(b) apresenta que 97% (34/35) dos participantes nunca utilizaram um aplicativo de rastreamento de contatos e somente 3% (1/35) já utilizaram durante a pandemia.

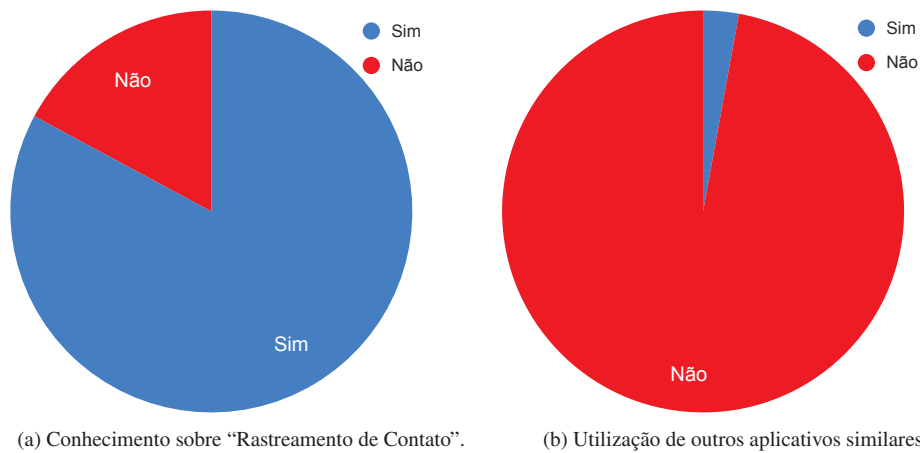


Figura 4.4: Percentual de participantes que sabe o que significa Rastreamento de contatos e que já utilizou aplicativos de monitoramento.

Fonte: A autora

A partir da identificação dos participantes, foram analisados os dados coletados referente à avaliação da aceitação e do uso aplicativo *Identifica*. Essa análise está relacionada às QPs e será apresentadas nas próximas Seções.

#### 4.4.2 QP<sub>1</sub>: O quão o aplicativo *Identifica* ajuda a estabelecer uma rede de contato e notificar um indivíduo quando exposto a uma doença no contexto da Universidade?

Esta QP tem como objetivo avaliar o aplicativo *Identifica* por meio da Utilidade Percebida (UP) que visa identificar a percepção do usuário quanto ao grau de utilidade do aplicativo. Os resultados são apresentados na Figura 4.5 e estão agrupados de acordo com os 10 indicadores dessa métrica juntamente com o grau de concordâncias ou discordância dos participantes.

A partir das respostas analisadas, foi possível identificar que 74% (26/35) responderam que “Concordaram Totalmente” com a finalidade do aplicativo, 23% (8/35) “Concordaram” e somente 3% (1/35) foram “Neutros” (UP<sub>1</sub>). 54% (19/35) “Concordaram Totalmente” que o aplicativo é útil para realizar o rastreamento de contato (UP<sub>2</sub>); 54% (19/35) “Concordaram Totalmente” que o aplicativo é útil para reportar um diagnóstico positivo (UP<sub>3</sub>); e 60% (21/35) “Concordaram Totalmente” que o aplicativo é útil para receber notificações após ser exposto ao vírus por contato com outros indivíduos diagnosticados (UP<sub>4</sub>). 80% (28/35) dos participantes também “Concordaram Totalmente” que o aplicativo permite reportar um caso de doença (UP<sub>5</sub>), 74% (26/35) “Concordaram Totalmente” que o aplicativo permite o usuário seja notificado em caso de um contato com a doença (UP<sub>6</sub>) e 57% (20/35) “Concordaram” que o aplicativo permite consultar as exposições (UP<sub>7</sub>).

Quanto a questão de dados autênticos recebidos pelo aplicativo (UP<sub>8</sub>), 48% (17/35) “Concordaram Totalmente” que as informações são verdadeiras, ou seja, data de exposição e doença reportada, 6% (2/35) “Discordaram Totalmente” que essas informações sejam autênticas. Já em relação ao aplicativo atender a necessidade do usuário ser notificado (UP<sub>9</sub>), 43% (15/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” que o aplicativo atende essa necessidade e 66% (23/35) “Concordaram Totalmente” que o aplicativo atende a necessidade de reportar uma doença em caso de diagnóstico positivo (UP<sub>10</sub>).

Analisando as respostas, foi possível notar que em média 88% (31/35) dos participantes responderam positivamente (“Concordaram Totalmente” ou “Concordaram”) sobre os

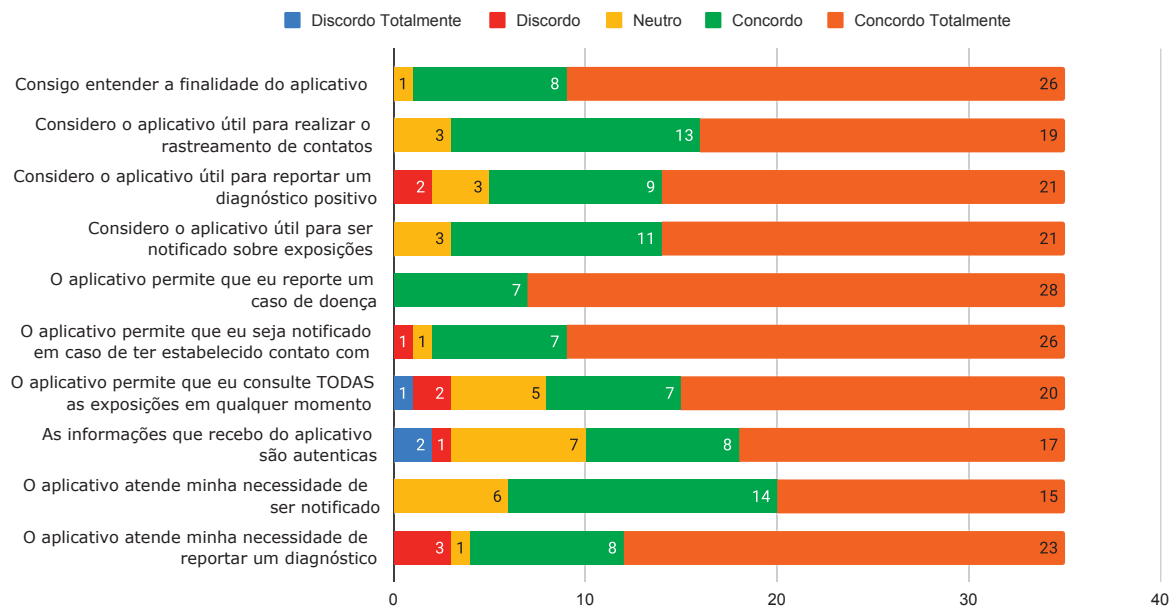


Figura 4.5: Percepção dos participantes sobre o aplicativo *Identifica* quanto ao estabelecimento de rede de contato e à notificação de um indivíduo quanto exposto.

Fonte: A autora

10 indicadores avaliados. No entanto, 34% (12/35) avaliaram negativamente (“Discordaram Totalmente” ou “Discordaram”) quanto a utilidade do aplicativo para reportar um diagnóstico positivo, notificação, consulta das exposições, autenticidade dos dados recebidos pelo aplicativo e atendimento das necessidades do usuário ser notificado.

Destaca-se que, alguns estudantes não avaliaram de forma positiva o aplicativo, no que diz respeito ao recebimento de dados autênticos pelo serviço de notificação. O impacto negativo dessas avaliações pode ter ocorrido devido a possíveis inconsistências relacionadas ao reporte do diagnóstico ao aplicativo por parte do próprio usuário, que, pode por descuido fazer o reporte de uma doença por engano, ou simplesmente utilizar o aplicativo de forma indevida para reportar falsos positivos.

#### 4.4.3 QP<sub>2</sub>: O quão fácil é o uso do aplicativo *Identifica* no contexto da Universidade?

Para responder esta QP foi analisada a métrica Facilidade de Uso Percebido (FUP) que visa identificar a percepção do usuário quanto a facilidade que o mesmo tem de utilizá-lo. Os resultados dessa métrica são apresentadas na Figura 4.6.

Por meio dos resultados alcançados é importante ressaltar que 66% (23/35) dos participantes tiveram facilidade em executar o aplicativo e somente 3% (1/35) apresentaram dificuldades (FUP<sub>1</sub> e FUP<sub>2</sub>). No que diz respeito às funcionalidades, 80% (28/35) dos participantes consideram fácil consultar as exposições (FUP<sub>3</sub>); e 75% (26/35) consideram fácil reportar um diagnóstico positivo (FUP<sub>4</sub>). No que diz respeito à facilidade para anexar um comprovante de caso positivo (FUP<sub>5</sub>), 11% (4/35) “Discordaram”, 20% (7/35) foram “Neutros” e 51% (18/35) “Concordaram Totalmente”.

Em relação à interface do aplicativo, 34% (12/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” que a interface é agradável (FUP<sub>6</sub>), 26% (9/35) foram “Neutros”, e somente 3% (1/35) “Discordaram Totalmente”. Por outro lado, 60% (21/35) dos participantes conseguiram

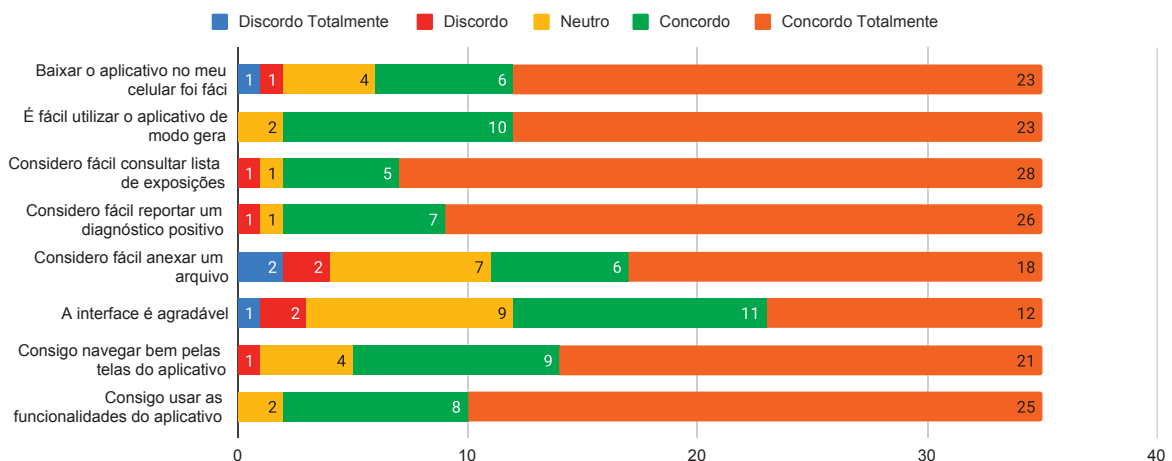


Figura 4.6: Percepção dos participantes sobre a facilidade do uso do aplicativo *Identifica*.

Fonte: A autora

navegar tranquilamente pelas interfaces do aplicativo (FUP<sub>7</sub>) e 71% (25/35) conseguiram usar as funcionalidades do aplicativo (FUP<sub>8</sub>). Dessa forma, percebe-se que apesar do aplicativo ser de fácil acesso e apresentar funcionalidades de fácil utilização, a interface do aplicativo não atendeu aos resultados esperados.

O impacto negativo causado pela neutralidade dos participantes quanto a interface do aplicativo, pode ser atrelada ao fato do aplicativo ser simples e não possuir muitas funções além do básico para atender o sistema de rastreamento de contatos. Um fato que pode explicar a ocorrência desse impacto negativo, são os *feedbacks* coletados de alguns participantes, que sugeriram algumas melhorias em questão de estética e navegação do aplicativo. Uma sugestão importante para diminuir esse impacto está relacionado a funcionalidade de reportar o caso positivo, uma vez que os participantes sentiram dificuldades em anexar um comprovante, que apesar de não ser obrigatório para o aplicativo, se mostra importante na visão dos usuários, uma vez que sugerem melhorar essa função para facilitar o processo de anexo de foto ou documento.

#### 4.4.4 QP<sub>3</sub>: O quão eficiente é a adoção do aplicativo *Identifica* para o rastreamento de contato no contexto da Universidade?

Esta QP tem como objetivo avaliar o aplicativo *Identifica* quanto à Atitude para Uso (AU) que visa avaliar o comportamento do usuário quanto a intenção de utilizar o produto ou similares. Na Figura 4.7 são apresentados os resultados alcançados para os cinco indicadores avaliados nesta métrica.

A partir dos resultados é notável que 54% (19/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” que usar aplicativos é uma boa ideia para rastreamento de contatos (AU<sub>1</sub>), 34% (12/35) “Concordaram”, 9% (3/35) foram “Neutros” e 3% (1/35) “Discordaram Totalmente”. Por outro lado, somente 31% (11/35) informaram que tinham o desejo de continuar usando o aplicativos de rastreamento (AU<sub>2</sub>), 23% (8/35) foram “Neutros”, 9% (3/35) não desejam continuar usando. Quanto a adoção do aplicativo por parte das Universidades, 49% (17/35) “Concordaram Totalmente” que seria viável as Instituições de ensino adotarem o uso permanente do aplicativo para monitorar epidemias entre alunos e professores (AU<sub>3</sub>), 14% (5/35) se mantiveram “Neutros” e somente 3% (1/35) informaram que “Discordaram Totalmente”.

No que diz respeito a notificação entre usuários, 60% (21/35) gosta da ideia de ser notificado quando pode ter sido exposto a alguma doença (AU<sub>4</sub>), enquanto que 3% (1/35) não quer

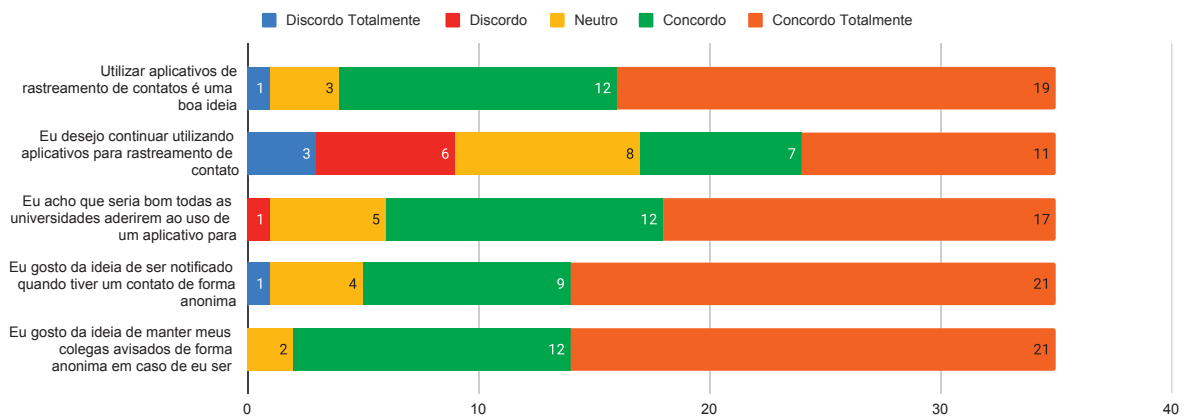


Figura 4.7: Percepção dos participantes sobre a eficiência do aplicativo *Identifica*.

Fonte: A autora

ser notificado e não concorda com essa opção. Já quanto a possibilidade de notificar os colegas ao ser diagnosticado com uma doença (AU<sub>5</sub>), 60% (21/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” com a ideia, enquanto que 6% (2/35) se mantiveram “Neutros”.

Por meio desses resultados é possível perceber que, apesar dos participantes não mostrarem grande interesse em utilizar aplicativos de rastreamento de contato, 83% (29/35) informaram que “Concordaram Totalmente” e “Concordaram”, que as universidades devem adotar o uso desses aplicativos nas dependências dos *campi*. Além disso, é importante destacar que apesar de 26% (9/35) dos participantes manifestarem que não desejam utilizar o aplicativo *Identifica*, eles informaram que desejam ser notificados quando expostos a alguma doença por meio de contato com um indivíduo diagnosticado, bem como notificar os colegas quando for testado positivamente para alguma doença contagiosa.

Com base nesses resultados, conclui-se que os estudantes sentem a necessidade de avisar aos colegas quando ele pode ter transmitido uma doença infectocontagiosa antes de ter seu diagnóstico. Avisar aos demais usuários para atentarem-se a ocorrência de sintomas se torna fácil com a utilização de um aplicativo com essa função. Porém, por outro lado percebe-se que apesar da adoção obrigatória do aplicativo por parte das instituições de ensino ser viável, não são todos os estudantes que concordam em fazer uso desse aplicativo, isso possivelmente se dá ao fato de que eles não querem ter a responsabilidade de manter o aplicativo ativo, o que pode ser explicado levando em considerações alguns *feedbacks* coletados dos participantes onde são sugeridos utilização de outras tecnologias além do *Bluetooth* ou a implementação de um sistema que os lembre de fazer isso diariamente.

#### 4.4.5 QP<sub>4</sub>: O quão o uso do aplicativo *Identifica* é mantido e recomendado no contexto da Universidade?

Essa QP tem como objetivo investigar quais as intenções dos participantes quanto a utilização do aplicativo levando em consideração sua perspectiva comportamental. Os resultados alcançados são apresentados na Figura 4.8.

Levando em consideração as respostas obtidas, 40% (14/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” que pretendem utilizar o aplicativo para contribuir com o enfrentamento a pandemia (ICU<sub>1</sub>) e 43% (15/35) “Concordaram” com a utilização. Por outro lado, 9% (3/35) “Discordaram” da utilização, 6% (2/35) foram “Neutros” e somente 3% (1/35) “Discordaram Totalmente”. É importante ressaltar que 49% (17/35) dos participantes “Concordaram Totalmente”

em utilizar o aplicativo para reportar um caso positivo para uma doença quando for diagnosticado (ICU<sub>2</sub>) e 31% (11/35) “Concordaram” em utilizar para esse fim. 11% (4/35) dos participantes foram “Neutros”, enquanto que 3% (1/35) e 6% (2/35) “Discordaram” e “Discordaram Totalmente” com o uso do aplicativo para esse fim, respectivamente.

No que diz respeito sobre manter o aplicativo atualizado e ativo quando estiver dentro da Instituição de ensino (ICU<sub>3</sub>), 40% (14/35) “Concordaram Totalmente” e 29% (10/35) “Concordaram”, enquanto que 23% (8/35) foram “Neutros” e 9% (3/35) “Discordaram Totalmente”. Quanto a recomendar o aplicativo *Identifica* para outras pessoas da Universidade (ICU<sub>4</sub>), 49% (17/35) dos participantes “Concordaram Totalmente”, 29% (10/35) “Concordaram”, 17% (6/35) se mantiveram “Neutros” e 6% (2/35) “Discordaram”. Dessa forma, observa-se que 40% (14/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” em utilizar o aplicativo para ajudar no enfrentamento a pandemia.

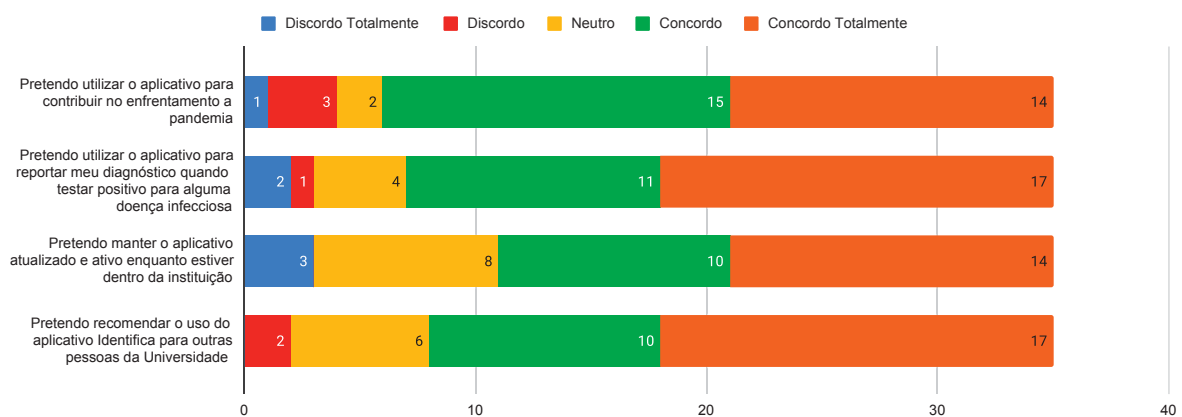


Figura 4.8: Percepção dos participantes sobre o uso e recomendação do aplicativo *Identifica*.

Fonte: A autora

Por meio desses resultados foi observado também que o aplicativo alcançou os resultados esperados, uma vez que gerou boas impressões junto aos participantes. Considerando que grande parte dos participantes já conhecia o que era rastreamento de contatos, a adoção por parte da instituição de ensino desse aplicativo impacta positivamente no combate e monitoramento de doenças que podem ser facilmente espalhadas entre alunos e professores, podendo chegar até as famílias e amigos causando novas epidemias. Dessa forma, rastrear os contatos dos indivíduos que frequentam esse ambiente oferece benefícios a todos com a identificação precoce de sintomas visto que o usuário já sabe que a ocorrência desses sintomas são de uma determinada doença que foi notificado recentemente pelo aplicativo.

#### 4.4.6 QP<sub>5</sub>: O quão familiarizados estão os indivíduos com aplicativos de rastreamento de contato e satisfeitos com o uso do aplicativo *Identifica* no contexto da Universidade?

A última QP tem como objetivo investigar o real uso do aplicativo que visa identificar a percepção dos participantes quanto ao uso de outros aplicativos com a mesma finalidade do aplicativo em avaliação. Os resultados são apresentados na Figura 4.9.

A partir da Figura 4.9 é possível notar que os participantes não sabiam exatamente como esse tipo de aplicação funciona (UR<sub>1</sub>), uma vez que apenas 20% (7/35) “Concordaram Totalmente”, 34% (12/35) se mantiveram “Neutros” e 20% (7/35) “Discordaram Totalmente”. Por outro lado, 69% dos participantes “Discordaram Totalmente” sobre já ter utilizado esse tipo de aplicativo anteriormente (UR<sub>2</sub>) e apenas 11% (4/35) deles informaram já ter utilizado antes.

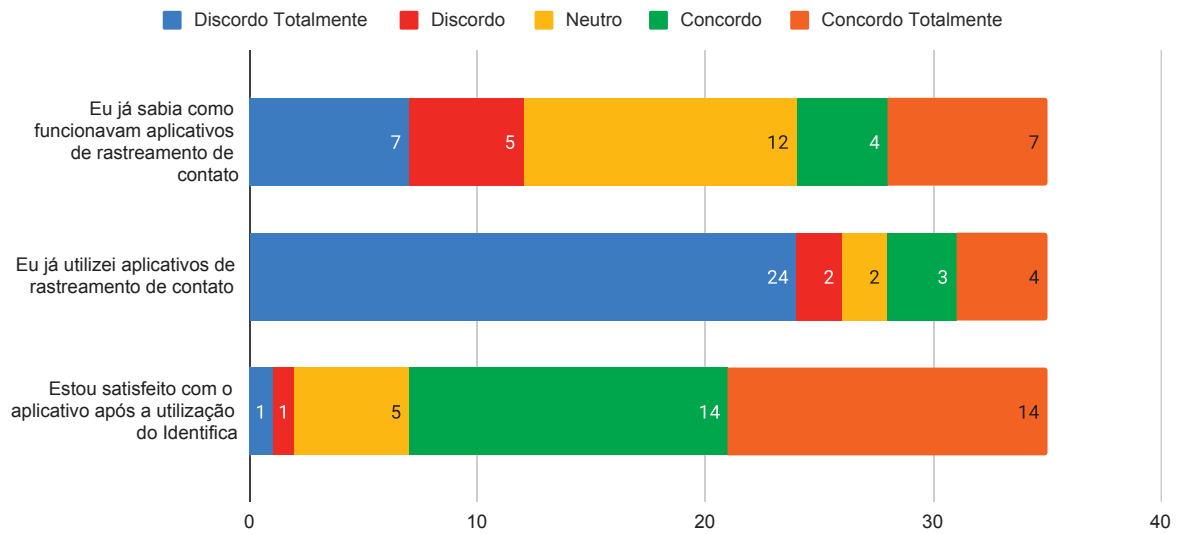


Figura 4.9: Métrica de Uso Real

Fonte: A autora

Por fim, 40% (14/35) ficaram “Muito Satisfeitos” com o aplicativo (UR<sub>3</sub>), 40% (14/35) ficaram “Satisfeitos” e 14% (5/35) de participantes que se mostraram “Neutros” quanto o nível de satisfação com o aplicativo *Identifica*. Por outro lado, somente 3% (1/35) se mostraram “Insatisfeitos” com o aplicativo e 3% (1/35) “Muito Insatisfeitos”.

Com base nesses resultados, é possível notar que 34% (12/35) dos participantes não sabiam como esses aplicativos de rastreamento de contatos funcionam e nem mesmo fizeram utilização de aplicativos com essa finalidade antes de conhecer o aplicativo desenvolvido. Quanto ao grau de satisfação dos participantes com o aplicativo, pode-se concluir que o aplicativo satisfaz a expectativa de 80% (28/35) dos indivíduos pesquisados.

#### 4.4.7 Considerações gerais sobre o uso do *Identifica*

A quarta e última parte do questionário utilizado para a avaliação do aplicativo *Identifica*, tem como objetivo identificar *feedbacks* com sugestões de melhorias ao aplicativo do ponto de vista dos participantes por meio de uma questão aberta. Dos 35 participantes, 31% deixaram sugestões conforme podem ser observadas na Tabela 4.7.

A partir dos *feedbacks* dos participantes, foram identificadas seis sugestões que resultam na identificação de novas funcionalidades para o aplicativo (NFU) e cinco sugestões de Melhorias de Funcionalidades Existentes (MFE). As sugestões identificadas vão desde implementações simples que auxiliam a navegação entre as telas do aplicativo, bem como a implementação de funcionalidades mais elaboradas, como a construção de de diferentes telas de notificações levando em consideração a doença a qual o usuário foi exposto.

#### 4.4.8 *Feedbacks* que resultam em Novas funcionalidades

Conforme mencionado anteriormente, foram identificadas seis sugestões dos participantes, que resultam em novas funcionalidades, como é o caso do participante P<sub>1</sub> que sugeriu a implementação de um botão de “Voltar” para acessar as telas anteriores do aplicativo.

Outra sugestão apontada por dois participantes (P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>) consiste em um sistema de notificação para lembrar de ativar e utilizar o aplicativo. Segundo os participantes, essa

Tabela 4.7: Sugestões dos participantes para melhorias do aplicativo *Identifica*.

Participantes	Feedbacks e/ou Sugestões	Tipo
P <sub>1</sub>	“Adicionar um botão para voltar nas telas anteriores.”	NFU
P <sub>2</sub>	“Acho que talvez o aplicativo deve notificar quando ele fica sem uso, semelhante o <i>Duolingo</i> faz, talvez perguntar o horário de aula para sempre notificar de ativar o aplicativo.”	NFU
P <sub>3</sub>	“Eu não lembraria de ativar o aplicativo sempre que sair de casa, então algo que me lembre seria legal.”	NFU
P <sub>4</sub>	“Acho interessante, e gostei da ideia. O aplicativo não atingiu seus 100%, mas caso ocorra atualizações principalmente na questão de detecção, pois raramente deixo meu <i>Bluetooth</i> ligado.”	NFU
P <sub>5</sub>	“Outras alternativas além do <i>Bluetooth</i> .”	NFU
P <sub>6</sub>	“Adicionar uma tela para cada exposição, onde mostre o período de incubação da doença, e uma lista de possíveis sintomas de cada doença.”	NFU
P <sub>7</sub>	“O <i>check-box</i> pode ser atrelado ao texto dele mesmo, e também colocar um tamanho máximo para quebrar a linha do texto, de resto está bem legal.”	MFE
P <sub>8</sub>	“A interface do aplicativo é bastante agradável mas ainda é muito básico, as funcionalidades funcionam bem mas a notificação não muda e dá a impressão que não está funcionando.”	MFE
P <sub>9</sub>	“Alterar a mensagem de contato que aparenta dizer a data do contato com a pessoa mas apresenta a data do diagnóstico.”	MFE
P <sub>10</sub>	“Na parte de anexar documentos, se fosse possível só tirar uma foto, habilitando a câmera do celular e ter a opção de anexar arquivo ou tirar foto.”	MFE
P <sub>11</sub>	“O aplicativo deveria explicar um pouquinho mais sobre as funcionalidades, tendo em vista que na própria sala de aula tiveram alunos que SE confundiram.”	MFE

notificação seria útil para o monitoramento, uma vez que não é um costume deixar o *Bluetooth* do dispositivo ativo. Além disso, os participantes também ressaltaram que essa notificação poderia ser programada para um horário específico a fim de fazer com que o usuário lembre de ativá-lo ao ir para a Universidade, assim como fazem alguns aplicativos existentes no mercado.

Dois participantes (P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub>) sugeriram utilizar outro meio de estabelecimento da rede de contato além do *Bluetooth*, uma vez que não costumam deixar o serviço do dispositivo ativo. Por fim, o participante P<sub>6</sub> sugeriu adicionar uma tela para cada exposição dando detalhes da doença em que o usuário foi exposto. A sugestão do participante está relacionada à uma funcionalidade que pode vir a ser implementada para uma próxima atualização.

#### 4.4.9 *Feedbacks* que resultam em Melhorias de Funcionalidades Existentes

Além das novas funcionalidades, também foram identificadas melhorias em funcionalidades já existentes. O participante P<sub>7</sub> sugeriu alterar a localização do *check-box* das telas iniciais do aplicativo, atrelando-o aos textos. Essa alteração visa corrigir um erro ocorrido em alguns dispositivos onde não foi possível marcar o *check-box* uma vez que a interface do aplicativo não

ficou 100% ajustada no aparelho utilizado para avaliação do aplicativo, deixando o texto sobre a caixa de seleção.

Outros dois participantes (P<sub>8</sub> e P<sub>9</sub>) sugeriram melhorar o sistema de notificação pois pelo fato da notificação implementada ser estática então fica presente nas notificações do aplicativo até acabar o período de exposição. Neste contexto, alguns participantes ficaram confusos pois segundo eles deu a impressão que não estava funcionando.

Uma outra alteração está relacionada à funcionalidade de reportar um caso positivo sugerido pelo participantes P<sub>10</sub>. Atualmente o aplicativo permite apenas o *upload* de arquivos do dispositivo opcionalmente para anexar um comprovante do diagnóstico. A sugestão é que o aplicativo também possibilite habilitar a câmera do dispositivo, pois no momento em que registrar o caso positivo já seja possível tirar uma foto do comprovante diretamente pelo aplicativo.

Por fim, o participante P<sub>11</sub> sugeriu melhorar a explicação das funcionalidades do aplicativo, haja visto que alguns participantes se confundiram na hora de utilizar o aplicativo. Dessa forma basta evidenciar os termos de uso do aplicativo para que os usuários possam acessá-lo facilmente quando surgirem dúvidas, independente do momento e da tela em que o participante esteja no momento.

#### 4.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com os resultados alcançados por meio da coleta de dados realizada com os 35 estudantes foi possível identificar a utilidade e aceitabilidade dos usuários quanto a adoção do aplicativo *Identifica* de rastreamento de contato para o contexto do monitoramento não só da Covid-19 como de outras doenças infectocontagiosas no ambiente Universitário. Além da avaliação do aplicativo, os *feedbacks* individuais dos participantes ajudaram a levantar e ressaltar alguns pontos que podem ser melhorados em atualizações futuras.

Durante o levantamento dos dados gerais dos participantes, foi possível observar que 66% (23/35) dos participantes nunca foram diagnosticados com Covid-19 durante a pandemia. No entanto, 83% (29/35) deles sabia o que significava o termo “Rastreamento de Contatos”, mesmo que somente um participante relatou já ter utilizado algum tipo de aplicativo para monitoramento de contato antes de utilizar o aplicativo *Identifica*.

No que diz respeito a utilização do aplicativo, a avaliação conduzida apresentou resultados positivos, uma vez que 63% (22/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” com os indicadores da métrica UP. Neste contexto, os participantes consideraram o aplicativo *Identifica* útil para o rastreamento de contatos, estabelecimento da rede e notificação ao usuário possivelmente exposto. O resultado positivo também foi alcançado na métrica FUP, uma vez que 63% (22/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” que o aplicativo é de fácil acesso e uso.

Na terceira e quarta métrica foram discutidas a atitude e a intenção dos usuários quanto a adoção do uso do *Identifica*. Os resultados também foram satisfatórios, uma vez que 88% (31/35) dos participantes julgaram a adoção de aplicativos uma boa alternativa no combate e monitoramento de doenças. No entanto, 40% (14/35) dos participantes “Concordaram Totalmente” em continuar usando o aplicativo voluntariamente a não ser que essa seja uma medida obrigatória dentro da Universidade. Quanto a última métrica, foi possível notar que 69% (24/35) dos participantes não sabiam como esses aplicativos funcionavam e nem faziam uso deles, o que ressalta a necessidade identificada no MLM sobre a falta de um aplicativo voltado a atender um público alvo específico.

Portanto é possível apontar que aplicativo *Identifica* foi considerado útil no contexto de monitoramento de doenças contagiosas, possibilitando que um caso fosse identificado e os

usuários expostos fossem notificados. Além disso, quanto ao objetivo do *Identifica* se tornar uma ferramenta útil para ajudar no controle de doenças e epidemias, os participantes “Concordaram” que seja uma boa estratégia a ser adotada pelas Instituições de ensino superior. Além disso, também foram identificadas sugestões de melhorias para o *Identifica* em atualizações futuras, como melhorias em algumas telas que envolvem a interação do usuário para marcação de *check-box*, adição de botões de voltar a tela anterior nas telas do aplicativo, implementação de notificações de lembrete de uso e notificações com informações mais detalhadas sobre as doenças as quais os usuários podem ter sido expostos.

De modo geral, por meio dos resultados alcançados durante o estudo realizado, foi possível validar o funcionamento do aplicativo por meio dos testes realizados pelos estudantes, uma vez que o intuito do mesmo é notificar os usuários sobre o contato com as doenças. Nesse sentido, observou-se durante a avaliação, que os alunos realizaram vários testes com o aplicativo, entre eles, indicar um caso positivo e observar em seguida a ocorrência das notificações ocasionadas devido ao contato próximo entre os dispositivos, fazendo com que todos os participantes recebessem diferentes notificações devido aos diferentes testes realizados por eles. Dessa forma é possível concluir que em um cenário real, a utilização do aplicativo permite os usuários serem notificados sobre contato com doenças infectocontagiosas e em tempo hábil para que tenham condições de tentar evitar a transmissão aos demais grupos de indivíduos com quem possuem contato fora da instituição de ensino.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalidade de identificar as medidas contra a pandemia de Covid-19 adotadas por diferentes países e com o objetivo de desenvolver um método de monitoramento e combate a doenças infectocontagiosas, este trabalho buscou fazer um levantamento da literatura com objetivo de identificar o que estava sendo usado bem como desenvolver um aplicativo focado no controle de doenças e epidemias em Instituições do ensino superior.

Tendo em vista que o rastreamento de contatos tenha sido uma das soluções adotadas para o enfrentamento a pandemia de Covid-19, neste trabalho foi realizado um Mapeamento da Literatura Multivocal com o objetivo de identificar quais eram as aplicações que utilizavam essa técnica, bem como entender de que forma o rastreamento era realizado e utilizado no combate a doença. Com os resultados do MLM, foi possível identificar um total de 73 aplicações, que embora utilizassem métodos diferentes e apresentassem funcionalidades distintas, ambas dispunham do mesmo objetivo, identificar um caso positivo para a doença, estabelecer a rede de contatos do indivíduo diagnosticado e notificar possíveis indivíduos expostos ao vírus por meio do contato com indivíduos positivos.

Por mais que o mercado digital ofereça dezenas de aplicativos com funções semelhantes, (conforme resultados alcançados no Mapeamento da Literatura Multivocal apresentado no Capítulo 2), não foram encontrados aplicativos focados na educação, com o objetivo de atender e auxiliar especificamente o retorno das aulas presenciais em Instituições de ensino superior. Portanto, foi identificada a carência de um aplicativo de rastreamento de contatos com enfoque no público estudantil, e que além do Covid-19 também pudesse auxiliar o monitoramento e combate de outras doenças de fácil transmissão e contágio.

Partindo desse princípio, foi proposto e desenvolvido um aplicativo de rastreamento de contatos, que tem como público alvo alunos, professores e servidores de instituições de ensino superior. O aplicativo *Identifica* tem como objetivo mapear as interações entre usuário armazenar o registro de cada interação, bem como reportar um caso positivo para uma doença infecciosa. Quando o usuário reporta uma doença ao aplicativo, o mesmo enviará uma notificação aos usuários do aplicativo que tiveram contato próximo registrado com esse usuário, informando-o sobre o contato com uma doença contagiosa.

Para avaliar a aceitação e o uso do aplicativo *Identifica* seguindo as diretrizes do Modelo de Aceitação a Tecnologia (TAM), foi conduzido um estudo de caso com 35 estudantes do curso de Bacharelado em Engenharia de Software da UTFPR - Campus Dois Vizinhos. Por meio dos resultados dessa avaliação, a adoção do aplicativo *Identifica* de rastreamento de contato se torna viável, uma vez que os alunos concordam em utilizar o aplicativo nas dependências da Instituição.

A partir desses resultados, é possível concluir que a adoção obrigatória do aplicativo *Identifica* por parte das instituições de ensino superior, juntamente com a aceitação dos estudantes em utiliza-lo, se torna importante uma vez que ele tem se mostrado uma ferramenta significativa no monitoramento de doenças. Tendo em vista que um indivíduo pode ter contato com o vírus de uma doença, e começar a transmiti-la aos demais mesmo que de forma inconsciente por não ter apresentado sintomas, a utilização do aplicativo tem justamente o objetivo de informar esse indivíduo que ele teve contato com uma determinada doença, fazendo com que ele tome as medidas necessárias de monitoramento. Dessa forma o aplicativo atinge seu objetivo principal de auxiliar o processo de identificação de casos positivos e notificação aos usuários expostos, possibilitando que as medidas necessárias para quebrar cadeias de infecção sejam tomadas para controle e combate de doenças infectocontagiosas.

## 5.1 CONTRIBUIÇÕES

Para identificar as principais contribuições presentes neste estudo, foi realizado o MLM. Além do estado da arte identificado por meio da literatura branca, que busca estudos publicados em bibliotecas e indexadores digitais, também foi conduzida a revisão da literatura cinza, que fornece informações sobre o estado prático de algumas tecnologias, que no contexto desse estudo levou em consideração as lojas de aplicativos e bibliotecas de aplicativos digitais.

Alguns trabalhos identificados no Capítulo 2 propuseram modelos com objetivo de utilizar os dispositivos móveis como ferramenta de combate a pandemia de Covid-19, envolvendo a utilização de sensores do dispositivo, localização ou sinais de redes *Wi-fi* dos dispositivos. Outros aplicativos, além do rastreamento de contato, também possuem diversas outras funcionalidades, como checagem de sintomas (autoavaliação), estatísticas sobre a pandemia e recomendações aos usuários expostos. Dessa forma, foram identificados 73 aplicativos desenvolvidos para o contexto da pandemia de Covid-19.

O rastreamento de contato visa rastrear o contato direto entre indivíduos, identificar um caso positivo para a doença e notificar indivíduos em potencial exposição com o vírus. Dessa forma, tendo em vista que já tenha sido aplicado anteriormente com sucesso para outras doenças bem como recentemente para monitoramento e combate a pandemia de Covid-19 que começou em março de 2022, o rastreamento de contato pode vir a ser utilizado para combate de outras doenças infectocontagiosas e de fácil transmissão e infecção.

Nesse contexto, destacam-se as seguintes contribuições específicas desse trabalho:

1. **Mapeamento da Literatura Multivocal:** 73 aplicativos voltados ao rastreamento de contato para Covid-19 foram identificados por meio do MLM. Desses, 13 são aplicativos de rastreamento de contatos e 3 são protocolos capazes de registrar encontros entre usuários foram identificados por meio da literatura branca. Outros 56 aplicativos desenvolvidos para o contexto da pandemia foram identificados na literatura cinza envolvendo informações aos usuários, números sobre a pandemia, informações de postos de saúde e vacinação entre outras.
2. **Mapeamento da abrangência dos aplicativos e identificação da carência de aplicativos voltados a atender um público alvo específico:** um aplicativo que tenha enfoque em pequenas parcelas da população pode concentrar os esforços do combate e controle e evitar a disseminação desenfreada de doenças de alta transmissibilidade.
3. **Concepção e desenvolvimento do aplicativo *Identifica*:** o aplicativo de rastreamento de contatos tem como público alvo estudantes, professores e servidores de Instituições de ensino superior. O aplicativo foi desenvolvido levando em consideração o objetivo de ser adotado como ferramenta de combate e controle à doenças infectocontagiosas dentro das instituições.
4. **Avaliação da aceitação e do uso do aplicativo *Identifica*:** foi conduzida por meio de um estudo de caso que contou com a participação de 35 estudantes de uma Instituição de ensino superior. Os resultados desse estudo de caso apontam a viabilidade da adoção do aplicativo como ferramenta para auxiliar no combate de doenças infectocontagiosas que podem ser transmitidas entre os alunos e professores nas salas de aula, bem como em todo o ambiente universitário.
5. **Publicação e submissão de artigos científicos:**

- Aceito para publicação o resumo do trabalho intitulado “*Um Aplicativo de rastreamento de contato para mapear casos de doenças altamente infecciosas em escolas do ensino médio*” na Mostra de Trabalhos do III Fórum de Programas de Pós-Graduação em Computação do Paraná (ForPPGC-PR). Neste resumo foi contemplado a proposta para o aplicativo de rastreamento de contatos.
- Aceito para publicação o artigo intitulado “*Uma análise de aplicativos de rastreamento de contato para identificar casos de Covid-19: um Mapeamento da Literatura Multivocal*” no XVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativo (SBSC). Neste artigo foram contemplados o processo de condução do MLM, bem como os resultados alcançados, conforme apresentado no Capítulo 2.
- Submissão do artigo intitulado “*Identifica: Um aplicativo de rastreamento de contato para auxiliar na notificação de doenças infectocontagiosas em Universidades*” no XXIII Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS). Neste artigo foram contemplados a apresentação do aplicativo *Identifica*, bem como os resultados da avaliação conduzida por meio de um estudo de caso, conforme apresentados nos Capítulos 3 e 4, respectivamente.

## 5.2 LIMITAÇÕES

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram identificados alguns pontos negativos que interferiram no andamento do trabalho, os quais são elencados a seguir:

1. **Indisponibilidade de estudos e aplicativos:** durante a condução do MLM foram identificados trabalhos relevantes para a pesquisa pela literatura branca, os quais não puderam ser incluídos nos resultados finais uma vez que o texto completo do estudo não estava disponível para consulta, inviabilizando a inclusão do mesmo. Da mesma forma, na literatura cinza, alguns aplicativos não puderam ser incluídos uma vez que não foi possível acessar suas funcionalidades. Com a redução do número de casos de Covid-19 e o avanço da vacinação da população, muitos dos aplicativos desenvolvidos para o rastreamento de contato foram desativados ou tiveram novas atualizações com adição de novas funcionalidades, o que mudou totalmente o propósito inicial do aplicativo, que anteriormente era especificamente utilizado para rastreamento de contato. Alguns exemplos de aplicativos encerrados são *SlowCOVIDNC*, *Koronavilkku*, *STAYAWAY COVID*, *STOP COVID - ProteGO Safe*, *SMITTE | PARE*, *eRouška* etc. Por outro lado, são exemplos de aplicativos que tiveram atualizações e incremento de novas funcionalidades o *Aarogya Setu*, *OstaniZdrav* e *Corona-Warn-App*
2. **Desenvolvimento do Aplicativo *Identifica*:** apesar do aplicativo ter sido desenvolvido utilizando uma linguagem de programação híbrida, ou seja, uma linguagem que permite o desenvolvimento para ambos os sistemas operacionais, (*iOS* e *Android*), o aplicativo não pode ser testado na versão *iOS*, pois para que seja possível realizar os testes nesta versão, é necessário a utilização de *setups* que utilizem um sistema operacional compatível com a *Apple*, ou seja, é necessário a utilização de um *Macbook*. Dessa forma, o aplicativo desenvolvido foi testado apenas para a versão *Android*.
3. **Disponibilização do aplicativo *Identifica*:** impossibilidade de disponibilização do aplicativo nas lojas de aplicativos *Play Store* e *App Store* uma vez que, para que seja possível a publicação de aplicativos que tenham o objetivo de rastrear contato entre

usuários, as lojas exigem que a publicação seja acompanhada de uma autorização governamental, a qual não foi possível conseguir em tempo hábil antes de ser disponibilizado aos participantes do estudo de caso. Outro fator que impossibilitou a publicação do aplicativo na *App Store* é a ausência de uma conta de desenvolvedor ligada a plataforma.

4. **Disponibilização do aplicativo *Identifica* aos participantes do estudo de caso:** levando em consideração os impedimentos quanto a publicação dos aplicativos nas lojas, foi necessária a utilização de um *APK* (do inglês *Android Application Pack*<sup>1</sup>) para que os estudantes usuários do sistema operacional *Android* pudessem fazer a avaliação do aplicativo desenvolvido.
5. **Limitação do número de participantes:** uma vez que não foi possível testar o aplicativo na versão *iOS* e nem disponibilizar o *IPA* (do inglês *App Store do pacote iOS* que se trata de arquivo que pode ser baixado e descompactado apenas em dispositivos operacionais *IOS*) aos usuários de *iPhone* pela falta da conta de desenvolvedor, os mesmos não puderam testar o aplicativo em seus dispositivos.

### 5.3 TRABALHOS FUTUROS

Com base no trabalho conduzido, foi possível perceber que o aplicativo é uma boa alternativa para o monitoramento e combate de doenças infectocontagiosas dentro das Instituições de ensino superior. Nesse contexto, algumas melhorias são identificadas e apontadas como trabalhos futuros para complementar esse estudo.

No MLM, espera-se contemplar outras bibliotecas digitais para a execução da busca automática, bem como a condução da busca manual na literatura branca por meio da análise de eventos específicos que não foram contemplados na busca automática, bem como nova busca automática nas mesmas bibliotecas já analisadas a fim de recuperar novos estudos desenvolvidos posterior a data de busca descrita, levando a atualização do MLM.

Para o aplicativo *Identifica*, espera-se trazer atualizações com futuras implementações bem como o teste em sistema *iOS* e a disponibilização do mesmo em ambas as lojas de aplicativos. Além disso, as próximas atualizações buscam implementar as cinco melhorias nas funcionalidades existentes, bem como analisar a possível implementação das seis novas funcionalidades identificadas por meio do *feedback* dos participantes durante a avaliação do aplicativo.

Para o aplicativo, ainda busca-se desenvolver a parte estatística, que tem como objetivo apresentar gráficos sobre a utilização do mesmo pelos alunos, professores e servidores das Instituições. Espera-se com esses gráficos obter números sobre as doenças diagnosticadas pelos usuários, bem como taxas de transmissão, doenças mais recorrentes, doenças que aparecem com mais frequência no verão, no inverno, entre outras estações, estatísticas sobre cursos com maior incidência de cada doença, para que assim seja possível observar quais os maiores fatores de risco de contaminação e elaborar estratégias para prevenir o contágio.

---

<sup>1</sup>Consiste em um pacote de aplicações que pode ser descompactado e instalado no *Android*

## REFERÊNCIAS

- Abeler, J., Bäcker, M., Buermeyer, U. e Zillessen, H. (2020). Covid-19 contact tracing and data protection can go together. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(4):e19359.
- Altmann, S., Milsom, L., Zillessen, H., Blasone, R., Gerdon, F., Bach, R., Kreuter, F., Nosenzo, D., Toussaert, S. e Abeler, J. (2020). Acceptability of app-based contact tracing for covid-19: Cross-country survey study. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(8):e19857.
- Altuwaiyan, T., Hadian, M. e Liang, X. (2018). Epic: efficient privacy-preserving contact tracing for infection detection. Em *2018 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, páginas 1–6. IEEE.
- Basili, V. e Weiss, D. (1984). A methodology for collecting valid software engineering data. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 10(6):728–738.
- Bay, J., Kek, J., Tan, A., Hau, C. S., Yongquan, L., Tan, J. e Quy, T. A. (2020). Bluetrace: A privacy-preserving protocol for community-driven contact tracing across borders. [online] <https://bluetrace.io/static/bluetracewhitepaper-938063656596c104632def383eb33b3c.pdf>.
- Berke, A., Bakker, M., Vepakomma, P., Raskar, R., Larson, K. e Pentland, A. (2020). Assessing disease exposure risk with location histories and protecting privacy: A cryptographic approach in response to a global pandemic. *arXiv preprint arXiv:2003.14412*.
- Bojja, G. R., Ofori, M., Liu, J. e Ambati, L. S. (2020). Early public outlook on the coronavirus disease (covid-19): A social media study. *AIS Electronic Library*, páginas 1–10.
- Buccafurri, F., Angelis, V. D. e Labrini, C. (2020). A privacy-preserving solution for proximity tracing avoiding identifier exchanging. Em *2020 International Conference on Cyberworlds (CW)*, páginas 235–242. IEEE.
- Casa Civil, c. (2020). Coronavírus-sus: aplicativo alerta contatos próximos de pacientes com covid-19. <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2020/agosto/coronavirus-sus-aplicativo-alerta-contatos-proximos-de-pacientes-com-covid-19>. Acessado em 27/07/2021.
- Cohn, M. (2004). *User Stories Applied: For Agile Software Development*. Addison-Wesley Signature Series (Beck). Pearson Education.
- Davalbhakta, S., Advani, S., Kumar, S., Agarwal, V., Bhoyar, S., Fedirko, E., Misra, D. P., Goel, A., Gupta, L. e Agarwal, V. (2020). A systematic review of smartphone applications available for corona virus disease 2019 (covid19) and the assessment of their quality using the mobile application rating scale (mars).
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. e Warshaw, R. P. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Manage. Sci.*, 35(8):982–1003.
- Donnelly, C. A., Ghani, A. C., Leung, G. M., Hedley, A. J., Fraser, C., Riley, S., Abu-Raddad, L. J., Ho, L.-M., Thach, T.-Q., Chau, P., Chan, K.-P., Lam, T.-H., Tse, L.-Y., Tsang, T., Liu, S.-H., Kong, J. H., Lau, E. M., Ferguson, N. M. e Anderson, R. M. (2003). Epidemiological determinants of spread of causal agent of severe acute respiratory syndrome in hong kong. *The Lancet*, 361(9371):1761–1766.

- Elmesalawy, M. M., Salama, A. I. e Anany, M. (2020). Tracy: Smartphone-based contact tracing solution that supports self-investigation to limit the spread of covid-19. Em *2020 2nd Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)*, páginas 623–628. IEEE.
- Fenner, F., Henderson, D. A., Arita, I., Jezek, Z., Ladnyi, I. D. e Organization, W. H. (1988). *Smallpox and its eradication*, volume 6 de *History of international public health ; no. 6*. World Health Organization.
- Ferretti, L., Wymant, C., Kendall, M., Zhao, L., Nurtay, A., Abelerdorner, L., Parker, M., Bonsall, D. e Fraser, C. (2020). Quantifying sars-cov-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science*, 368(6491).
- Fetzer, T. e Graeber, T. (2020). Does contact tracing work? quasi-experimental evidence from an excel error in england. *MedRxiv*, <https://doi.org/10.1101/2020.12.10.20247080>.
- Flick, U. (2008). *Introdução à Pesquisa Qualitativa*. Penso, 3<sup>rd</sup> edition.
- Fundação Oswaldo Cruz, F. (2020). O que é período de incubação e qual o período de incubação do novo coronavírus? <https://portal.fiocruz.br/pergunta/o-que-e-periodo-de-incubacao-e-qual-o-periodo-de-incubacao-do-novo-coronavirus>. Acessado em 27/10/2022.
- Garousi, V., Felderer, M. e Mäntylä, M. V. (2019). Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering. *Information and Software Technology*, 106:101–121.
- Garousi, V. e Küçük, B. (2018). Smells in software test code: A survey of knowledge in industry and academia. *Journal of Systems and Software*, 138:52–81.
- Klinkenberg, D., Fraser, C. e Heesterbeek, H. (2006). The effectiveness of contact tracing in emerging epidemics. *PLOS ONE*, 1(1):1–7.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Journal Archives of Psychology*, 22(40):1–55.
- Maghdid, H. S. e Ghafoor, K. Z. (2020). A smartphone enabled approach to manage covid-19 lockdown and economic crisis. *SN Computer Science*, 1(5):1–9.
- Marcel, S., Christian, A., Nanina, A., Daniele, A., Tala, B., Edouard, B., Srdjan, C., Dennis, J., Sang-Il, K., James, L., Nicola, L., Wouter, L., Dominik, M., Cédric, M., Mathias, P., Julien, R., Theresa, S., Carmela, T., Effy, V. e von Wyl Viktor (2020). Early evidence of effectiveness of digital contact tracing for sars-cov-2 in switzerland. *MedRxiv*, <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2020/09/09/2020.09.07.20189274.full.pdf>.
- Metropole Digital, M. D. (2020). Aplicativo tÔ de olho cria funcionalidade que permite identificar com precisão risco de contágio por coronavírus. <https://portal.imd.ufrn.br/portal/noticias/6023/aplicativo-tô-de-olho-cria-funcionalidade-que-permite-identificar-com-precisão-risco-de-contágio-por-coronavírus>. Acessado em 30/04/2022.
- Morens, D. M., Daszak, P. e Taubenberger, J. K. (2020). Escaping pandora’s box — another novel coronavirus. *New England Journal of Medicine*, 382(14):1293–1295.

- Nakamoto, I., M.Jiang, Zhang, J., Zhuang, W., Guo, Y., Jin, M., Huang, Y. e Tang, K. (2020). Evaluation of the design and implementation of a peer-to-peer covid-19 contact tracing mobile app (cocoa) in japan. *JMIR Mhealth Uhealth*, 1(8):12.
- Ng, P. C., Spachos, P. e Plataniotis, K. N. (2021). Covid-19 and your smartphone: Ble-based smart contact tracing. *IEEE Systems Journal*.
- Nguyen, K. A., Luo, Z. e Watkins, C. (2020). Epidemic contact tracing with smartphone sensors. *Journal of Location Based Services*, 14(2):92–128.
- Prasad, A. e Kotz, D. (2017). Enact: encounter-based architecture for contact tracing. Em *Proceedings of the 4th International on Workshop on Physical Analytics*, páginas 37–42.
- Rodríguez, P., Graña, S., Alvarez-León, E. E., Battaglini, M., Darias, F. J., Hernán, M. A., López, R., Llaneza, P., Martín, M. C., Group, R. P., Ramirez-Rubio, O., Romaní, A., Suárez-Rodríguez, B., Sánchez-Monedero, J., Arenas, A. e Lacasa, L. (2021). A population-based controlled experiment assessing the epidemiological impact of digital contact tracing. *Nature communications*, 12(1):1–6.
- Sanarmed.org, S. (2020). Covid-19: Como funciona o rastreamento de contato? <https://www.sanarmed.com/como-funciona-o-rastreamento-de-contato-de-covid-19-colonistas>. Acessado em 27/05/2021.
- Schaffer, M., Schartner, P. e Rass, S. (2007). Universally unique identifiers: How to ensure uniqueness while protecting the issuer’s privacy. Em *Security and Management*, páginas 198–204.
- Serviço Nacional de Saúde, S. (2022). Doenças infecciosas: Gripe. <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas-infecciosas/gripe/como-se-transmite-a-gripe>. Acessado em 27/10/2022.
- Simmhan, Y., Rambha, T., Khochare, A., Ramesh, S., Baranawal, A., George, J. V., Bhope, R. A., Namtirtha, A., Sundararajan, A., Bhargav, S. S. et al. (2020). Gocoronago: Privacy respecting contact tracing for covid-19 management. *Journal of the Indian Institute of Science*, páginas 1–24.
- UNA-SUS (2020). Ministério da saúde disponibiliza aplicativo sobre o coronavírus. <https://www.unasus.gov.br/noticia/ministerio-da-saude-disponibiliza-aplicativo-sobre-o-coronavirus>. Acessado em 30/04/2022.
- UnB, U. d. B. (2020). Aplicativo coraticum mapeia interações de pacientes contagiados com covid-19. <https://noticias.unb.br/117-pesquisa/4161-aplicativo-coraticum-mapeia-interacoes-de-pacientes-contagiados-com-covid-19>. Acessado em 27/07/2021.
- Universidade de Brasília, U. (2020). Aplicativo coraticum mapeia interações de pacientes contagiados com covid-19. <https://noticias.unb.br/117-pesquisa/4161-aplicativo-coraticum-mapeia-interacoes-de-pacientes-contagiados-com-covid-19>. Acessado em 27/05/2021.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B. e Wesslén, A. (2012). *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1<sup>st</sup> edition.

- World Health Organization, W. (2020). Who director-general's opening remarks at the media briefing on covid-19 - 11 march 2020. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19—11-march-2020>. Acessado em 27/05/2021.
- Yasaka, T. M., Lehrich, B. M. e Sahyouni, R. (2020). Peer-to-peer contact tracing: Development of a privacy-preserving smartphone app. *JMIR Mhealth Uhealth*, 7;8(4).
- Yin, R. K. (2003). Case study research design and methods third edition. *Applied social research methods series*, 5.
- Yu, S.-H. (2020). Privytrac—privacy and security preserving contact tracing system. Em *International Conference on Security and Privacy in Communication Systems*, páginas 515–525. Springer.

## APÊNDICE A – REQUISITOS E ESTÓRIAS DE USUÁRIO DO APLICATIVO *IDENTIFICA*

### 1. Informações Gerais do Projeto

**Nome do projeto:** *Identifica*: um aplicativo para rastrear e mapear casos de doenças altamente infecciosas em Instituições de Ensino Superior. **Objetivo:** desenvolver um aplicativo para rastreamento de contato entre estudantes, professores e técnicos administrativos das instituições com objetivo de mapear casos de doenças infecciosas. O usuário que for diagnosticado com uma doença infecciosa poderá adicionar a informação ao aplicativo que fara o rastreamento de contatos desse usuário a fim de identificar a rede de transmissão da doença e notificar os usuários possivelmente expostos sobre o contato com a doença informada.

### 2. Personas (P)

**Usuário:** Aluno, professor, servidor, funcionário

### 3. Funcionalidades

- F1 - Acessar tutorial do aplicativo
- F2 - Acessar o aplicativo
- F3 - Consultar exposições
- F4 - Reportar um diagnóstico
- F5 - Receber notificações

### 4. Estórias do Usuário (EU) por Funcionalidade

- **F1 - ACESSAR TUTORIAL DO APLICATIVO**
- EU01 - Eu, como usuário, desejo acessar o aplicativo pela primeira vez
  - O usuário deve realizar o primeiro acesso ao aplicativo
  - O aplicativo deverá apresentar a tela inicial do aplicativo
    - \* Logo do aplicativo
    - \* Texto de apresentação
    - \* Botão de ação “continuar”
  - O usuário poderá acionar o botão de ação “continuar”
  - O aplicativo deverá prosseguir para a tela de informações sobre o funcionamento do aplicativo (EU02)
- EU02 - Eu, como usuário, desejo saber como o aplicativo funciona
  - O usuário deverá acessar página de funcionamento do aplicativo
  - O aplicativo deverá apresentar tela “Como funciona”
    - \* Ícones + Texto
    - \* Botão de ação “Continuar”

- O aplicativo deverá informar ao usuário que o aplicativo:
  - \* Funciona por meio do *bBluetooth*
  - \* Deve estar conectado à internet para receber notificações
  - \* Não utiliza dados de localização
  - \* Protege a privacidade do usuário
- O usuário poderá acionar o botão de ação “continuar”
- O aplicativo deverá prosseguir para a tela de privacidade do aplicativo (EU03)
- EU03 - Eu, como usuário, desejo saber sobre às questões de privacidade do aplicativo
  - O usuário deverá acessar página de Privacidade do aplicativo
  - O aplicativo deverá apresentar tela “Privacidade”
    - \* Ícones + Texto
      - Privacidade
      - Anonimato
      - Notificação
    - \* CheckBox para concordar com às políticas de privacidade
    - \* Link para acessar as políticas de privacidade do aplicativo
    - \* Link para acessar aos termos de uso do aplicativo
    - \* Botão de ação “Continuar
  - O usuário poderá consultar às políticas de privacidade do aplicativo (EU04)
  - O usuário poderá consultar os termos de uso do aplicativo (EU05)
  - O usuário deverá concordar com as políticas do aplicativo (EU06)
  - O usuário poderá acionar o botão de ação “continuar”
  - O aplicativo deverá prosseguir para a tela habilitação do Bluetooth e notificações (EU06)

EU04 - Eu, como usuário, desejo saber quais são as políticas de privacidade do aplicativo

- O usuário poderá acessar o link disponível na tela de privacidade para ter acesso às políticas de privacidade
- O aplicativo deverá redirecionar o usuário para uma tela secundária contendo às políticas de privacidade do aplicativo
  - Apresentar políticas de privacidade em tela secundária
    - \* Botão de ação X para sair
    - \* Botão de ação “voltar”
- EU05 - Eu, como usuário, desejo saber quais são os termos de uso do aplicativo
  - O usuário poderá acessar o link disponível na tela de privacidade para ter acesso aos termos de uso do aplicativo
  - O aplicativo deverá redirecionar o usuário para uma tela secundária contendo os termos de uso do aplicativo

- \* Apresentar termos de uso em tela secundária
  - Botão de ação X para sair
  - Botão de ação “voltar”
- EU06 - Eu, como usuário, desejo concordar com os termos de uso e políticas de privacidade do aplicativo
  - O usuário deverá marcar o checkbox concordando com as políticas de privacidade e termos de uso do aplicativo na tela de privacidade
    - \* Se concordar:
      - Habilitar botão de ação “Continuar”
    - \* Se não concordar:
      - Manter desabilitado o botão de ação “Continuar”
- EU07 - Eu, como usuário, desejo habilitar o Bluetooth e as notificações
  - O usuário deverá acessar a tela de habilitação dos serviços de Bluetooth e notificação
  - O aplicativo deverá apresentar tela de habilitação dos serviços
    - \* Informação sobre utilização do Bluetooth
    - \* Checkbox para habilitação do Bluetooth
    - \* Informação sobre utilização do serviço de notificação
    - \* Checkbox para habilitação do serviço de notificações
    - \* Botão de ação “Continuar”
  - O usuário deverá marcar o Checkbox de ativação do Bluetooth
    - \* O aplicativo deverá abrir uma pop-up para dar permissão ao uso do bluetooth
  - O usuário deverá marcar o checkbox de ativação do serviço de notificações
    - \* O aplicativo deverá abrir uma pop-up para dar permissão ao uso do serviço de notificação
  - O usuário poderá terminar o tutorial e acessar o aplicativo
    - \* Se Permitir uso de bluetooth e notificações:
      - Habilitar botão de ação “Continuar”
    - \* Se não permitir uso de bluetooth e notificações:
      - Manter desabilitado o botão de ação “Continuar”
- **F2 - ACESSAR O APLICATIVO**
- EU08 - Eu, como usuário, desejo acessar o aplicativo
  - O usuário poderá acessar o aplicativo instalado em seu dispositivo móvel
  - O aplicativo deverá apresentar a tela inicial do aplicativo
    - \* Logo
    - \* Botão de ação "Possíveis Exposições"
    - \* Botão de ação "Reportar diagnóstico"
  - O usuário poderá verificar as possíveis exposições às doenças (EU08)

- O usuário poderá reportar um diagnóstico (EU09)

- **F3 - CONSULTAR EXPOSIÇÕES**

- EU09 - Eu como usuário, desejo saber se fui exposto a alguma doença contagiosa
  - O usuário deverá acessar a tela de notificações por meio do botão de ação “Possíveis exposições” na tela inicial do aplicativo
  - O aplicativo deverá apresentar tela de notificações
    - \* Se não houver notificações
      - Texto de informação ao usuário: “nenhuma exposição identificada”
    - \* Se houver registro de contato com alguma doença
      - Texto de notificação apresentando nome da doença e data em que ocorreu o contato

- **F4 - REPORTAR UM DIAGNÓSTICO**

- EU10 - Eu, como usuário, desejo reportar um diagnóstico
  - O usuário deverá acessar a tela de reportar diagnóstico por meio do botão de ação “Reportar diagnóstico” na tela inicial do aplicativo
  - O aplicativo deverá apresentar tela reportar diagnóstico
    - \* Campo Select “Doença”
      - Gripe
      - Sarampo
      - Covid
    - \* Campo Select “Perfil”
      - Aluno
      - Professor
      - Servidor
    - \* Campo Text “Curso”
    - \* Campo Select “Período”
      - 1º Semestre
      - 2º Semestre
      - 3º Semestre
      - 4º Semestre
      - 5º Semestre
      - 6º Semestre
      - 7º Semestre
      - 8º Semestre
      - 9º Semestre
      - 10º Semestre
    - \* Campo Text “Setor”
    - \* Campo select “Data”

- Abrir calendário
  - \* Campo anexar Documento
  - \* Botão ação “Enviar”
- O usuário deverá preencher os campos para reportar um diagnóstico (EU10)
- O usuário poderá anexar um comprovante de diagnóstico (EU11)
- O usuário poderá tirar uma foto do comprovante de um diagnóstico (EU12)
- O aplicativo deverá salvar os dados informados pelo usuário
- EU11- Eu, como usuário, desejo preencher os dados para reportar meu diagnóstico
  - O usuário deverá selecionar uma doença
  - O usuário deverá selecionar um perfil
    - \* Se Aluno
      - Habilitar campo Curso
      - Habilitar Campo Período
      - Desabilitar campo setor
    - \* Se professor
      - Habilitar campo curso
      - Desabilitar Campo Período
      - Desabilitar campo setor
    - \* Se Servidor
      - Habilitar campo setor
  - \* O usuário deverá preencher os dados respectivos
  - \* O usuário poderá anexar um arquivo
  - \* O usuário deverá enviar diagnóstico ao clicar no botão de ação “enviar”
  - \* O aplicativo deverá salvar os dados e realizar o rastreamento de contatos e notificar contatos expostos.
- EU12- Eu como usuário, desejo anexar um comprovante
  - O usuário poderá anexar um arquivo como comprovante
  - O usuário deverá selecionar opção de anexar um arquivo
  - O aplicativo deverá abrir arquivos do dispositivo do usuário
  - O usuário deverá selecionar um arquivo ou uma foto
  - O aplicativo deverá salvar o arquivo selecionado
- **F5 - RECEBER NOTIFICAÇÕES**
- EU13- Eu, como usuário desejo receber notificações
  - O aplicativo deverá notificar o usuário quando este for exposto a uma doença por meio de contato com outros usuários que reportar doenças
  - o usuário poderá visualizar a notificação na central de notificações do seu dispositivo

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO IDENTIFICA POR MEIO DO MODELO DE ACEITAÇÃO DA TECNOLOGIA - TAM

1 - Você concorda com este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido?

- Concordo  
 Não Concordo

### Informações Gerais do Participante

2 - E-mail:

3 - Sexo:

- Masculino  
 Feminino  
 Prefiro não Dizer

4 - Você já teve Covid-19?

- Não, nenhuma vez  
 1 vez  
 2 vezes  
 Mais de duas vezes  
 Não sei Dizer

5 - Qual seu perfil dentro da Universidade?

- Aluno  
 Professor  
 Serviudor Público

6 - Você sabe o que significa o termo "rastreamento de contato"?

- Sim  
 Não

7 - Você usou algum aplicativo durante a pandemia que te auxiliou no monitoramento de pessoas que tiveram resultados positivos de testes para Covid-19 que você teve contato?

- Sim  
 Não

### TAM - Modelo de Aceitação da Tecnologia

O Identifica será avaliado levando em consideração o modelo de aceitação da Tecnologia - TAM.

A partir de agora, levando em consideração as suas percepções quanto a utilização do aplicativo, faremos algumas afirmações sobre o aplicativo, e gostaríamos que você sinalizasse seu nível de concordância com essas afirmações utilizando a seguinte escala:

1. Discordo Totalmente
2. Discordo
3. Nem concordo, nem discordo
4. Concordo
5. Concordo Totalmente

**Utilidade Percebida:** A primeira etapa desta pesquisa é identificar a percepção do usuário quanto ao grau de utilidade desse aplicativo.

8 - Consigo entender a finalidade do aplicativo.

- 1  
 2  
 3

4

5

9- Considero o aplicativo útil para realizar o rastreamento de contatos.

1

2

3

4

5

10 - Considero o aplicativo útil para reportar um diagnóstico positivo.

1

2

3

4

5

11 - Considero o aplicativo útil para ser notificado sobre exposições.

1

2

3

4

5

12 - O aplicativo permite que eu reporte um caso de doença.

1

2

3

4

5

13 - O aplicativo permite que eu seja notificado em caso de ter estabelecido contato com alguém que reportou uma doença

1

2

3

4

5

14 - O aplicativo permite que eu consulte TODAS as exposições em qualquer momento

1

2

3

4

5

15 - As informações que recebo do aplicativo são autênticas

1

2

3

4

5

16 - O aplicativo atende minha necessidade de ser notificado quando exposto

1

2

3

4

5

17 - O aplicativo atende minha necessidade de reportar um diagnóstico quando eu ficar doente

1

2

3

4

5

**Facilidade de Uso:** A segunda etapa da pesquisa busca identificar a percepção do usuário quanto facilidade de uso desse aplicativo. Para isso, você considera que:

18 - Executar o aplicativo no meu celular foi fácil

1

2

3

4

5

19 - É fácil utilizar o aplicativo de modo geral

1

2

3

4

5

20 - Considero fácil consultar a lista de exposições

1

2

3

4

5

21 - Considero fácil reportar um diagnóstico positivo

1

2

3

4

5

22 - Considero fácil anexar um arquivo

1

2

3

4

5

23 - A interface é agradável

1

2

3

4

5

24 - Consigo navegar tranquilamente pelas interfaces do aplicativo

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

25 - Consigo usar as funcionalidades do aplicativo

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Atitude para uso:** Nesta etapa da pesquisa buscamos identificar a percepção do usuário quanto ao uso real desse aplicativo. Para isso, você considera que:

26 - Utilizar aplicativos de rastreamento de contatos é uma boa ideia

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

27 - Eu desejo continuar utilizando aplicativos para rastreamento de contato

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

28 - Eu acho que seria viável a universidade adotar o uso do aplicativo para monitorar as epidemias entre os alunos, professores e servidores públicos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

29 - Eu gosto da ideia de ser notificado anonimamente quando tiver um contato com uma doença contagiosa

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

30 - Eu gosto da ideia de manter meus colegas avisados de forma anônima em caso de eu ser diagnosticado com alguma doença

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Intenção de uso:** Esta etapa da pesquisa busca identificar a percepção do usuário quanto a utilização desse aplicativo pós a etapa de avaliação, para saber se no futuro os usuários vão aderir a utilização do mesmo quanto a proposta do mesmo. Para isso, você considera que:

31 - Pretendo utilizar o aplicativo para contribuir no enfrentamento a pandemia

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

32 - Pretendo utilizar o aplicativo para reportar meu diagnóstico quando testar positivo para alguma doença infecciosa

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

33 - Pretendo manter o aplicativo atualizado e ativo enquanto estiver dentro da instituição

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

34 - Recomendaria o aplicativo para outras pessoas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Intenção de uso real:** A última etapa busca entender a perspectiva dos usuários quanto a outras aplicações que tenham o mesmo contexto do aplicativo em estudo. Para isso, você considera que:

35 - Eu já sabia como funcionavam aplicativos de rastreamento de contato

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

36 - Eu já utilizei aplicativos de rastreamento de contato

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

37 - Como você avaliaria de forma geral , quanto ao seu nível de satisfação, o aplicativo Identifica? Para responder esta questão será utilizada a seguinte escala:

1. Muito insatisfeito
2. Insatisfeito
3. Neutro

4. Pouco satisfeito

5. Muito satisfeito

1

2

3

4

5

**Avaliação do aplicativo:** Após utilizar o Identifica dentro da universidade, e fazer uma avaliação do propósito e das funcionalidades você:

38 - Com base na sua avaliação, você ficou com alguma dúvida ou gostaria de dar alguma sugestão ?

Obrigada por participar!

## APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Esta é uma pesquisa realizada pela mestranda Jéssica Pegorini do Programa de Pós-Graduação em Informática da UFPR- Campus Jardim Botânico - Curitiba, orientada pelo prof. Dr. Luiz Albini e pela Profa. Dra. Alinne Souza.

As informações abaixo relacionadas estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo.

**OBJETIVO:** Avaliar a aceitação e uso do aplicativo Identifica que foi desenvolvido para auxiliar o enfrentamento da pandemia e de outras possíveis epidemias. O aplicativo tem como objetivo **identificar de forma anônima a aproximação dos indivíduos mapeando suas interações diariamente e notificar o usuário quando este for exposto a uma doença contagiosa por meio do contato com outro usuário que reportou um diagnóstico positivo.**

**PRIVACIDADE DOS SUJEITOS:** Os pesquisadores asseguram que será mantido sigilo em relação às informações obtidas, mantendo assim a privacidade dos participantes.

**DESISTÊNCIA:** O voluntário da pesquisa terá liberdade de desistir da participação nesta em qualquer momento, mesmo se o trabalho se encontrar na fase final.

**DESCONFORTOS ou RISCOS:** Os seguintes riscos de ordem intelectual e emocional podem ser informados no decorrer da entrevista caso o participante perceba alguma das condições a seguir, podendo a seu critério interromper de imediato a participação: sentimento de constrangimento; desconforto; medo; vergonha; estresse; e cansaço.

**RESSARCIMENTO OU INDENIZAÇÃO:** não há despesas pessoais para a participação neste estudo, bem como não há compensação financeira, pois a pesquisa não sugere ônus aos participantes.

**A PESQUISA:** O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e integridade. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

Declaro que fui informado(a) dos objetivos deste trabalho de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participação se assim o desejar. Declaro que autorizo a gravação da entrevista para ser utilizada de acordo com os objetivos deste trabalho.

Você que utilizou o Identifica, gostaríamos de saber sua opinião sobre a utilidade e facilidade de uso desse aplicativo. Deve levar de 3 a 5 minutos para você expressar a sua opinião para as perguntas definidas. Em caso de dúvidas, entre em contato conosco por meio dos e-mails: [jessicaiarapeg@gmail.com](mailto:jessicaiarapeg@gmail.com), [alбини@ufpr.br](mailto:alбини@ufpr.br) e [alinnesouza@utfpr.edu.br](mailto:alinnesouza@utfpr.edu.br)