

SafeFollowing: A collaborative model for public security agents to assist people with disabilities and the elderly

SafeFollowing: Um modelo colaborativo para agentes de segurança pública acompanhar pessoas com deficiência e idosos

Christian Moreira Matos¹, Vítor Kehl Matter^{1*}, Fábio Viegas¹, Márcio Garcia Martins¹, João Elison Da Rosa Tavares¹, Jorge Luis Victória Barbosa¹

Abstract: In the last survey about the Brazilian population conducted by IBGE, more than 45.6 million of Brazilians declared that they have some kind of disability. Besides that, the same survey revealed that the number of elderly people has been increasing over the years and at that time it already represented 12.1 % of the total. In this scenario, public policies that can efficiently ensure the rights of this share of the population became even more necessary. In the same manner, with the popularization of mobile devices, opportunities to develop new solutions are arising, offering more independence and quality of life to them. Ubiquitous accessibility support solutions have been proposed, such as the MASC model, which resorts to the concept of smart assistive city. This article proposes the SafeFollowing, a model that enables integrated and collaborative acting of the community aiming to assist people with some kind of disability or elderly people. The SafeFollowing predicts the use of police cars mapping, to provide a specific follow-up in adverse daily situations. The validation of the model is also presented in the article, which was performed through experiments in real test scenarios.

Keywords: Smart assistive city — Ubiquitous accessibility — Ubiquitous computing — Ubiquitous monitoring

Resumo: Na última pesquisa sobre a população brasileira realizada pelo IBGE, mais de 45,6 milhões de brasileiros disseram ter algum tipo de deficiência. Além disso, a mesma pesquisa apurou que o número de idosos vem aumentando no decorrer dos anos e à época já representava 12,1% do total. Nesse cenário, tornam-se necessárias políticas públicas que possam garantir os direitos de forma efetiva para essa parcela da população. Da mesma forma, com a popularização de dispositivos móveis, oportunidades de desenvolvimento de soluções estão surgindo, possibilitando mais independência e qualidade de vida a essas pessoas. Soluções de suporte à acessibilidade ubíqua vêm sendo propostas, como o modelo MASC, que utiliza o conceito de cidade inteligente assistiva. Este artigo propõe o SafeFollowing, um modelo que possibilita a atuação integrada e colaborativa da comunidade visando o acompanhamento de pessoas com deficiência e idosos. O SafeFollowing prevê a utilização de um mapeamento de viaturas, além de prestar acompanhamento específico em situações adversas diárias. A validação do modelo também é apresentada no artigo, sendo realizada através de experimentos em cenários de testes reais.

Palavras-Chave: Cidade inteligente assistiva — Acessibilidade ubíqua — Computação ubíqua — Acompanhamento ubíquo

¹ Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

*Corresponding author: vitorkmatter@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.22456/2175-2745.92117> • Received: 23/04/2019 • Accepted: 27/09/2019

CC BY-NC-ND 4.0 - This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

1. Introdução

No último Censo Demográfico realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Estatísticas e Geografia (IBGE), mais de 45,6 milhões de brasileiros declararam ter algum tipo de deficiência, esse número corresponde a 23,9% da população do Brasil, entre as quais, a deficiência visual foi a mais citada pelos entrevistados, cerca de 35,7 milhões de pessoas [1].

Além disso, de acordo com a mesma pesquisa, o número de idosos, pessoas com mais de 60 anos, vem aumentando no decorrer dos anos e à época já representava 12,1% da população brasileira, sendo 23,5 milhões de pessoas. Esse número tende a aumentar, e a previsão para o ano de 2025 é que existam 30 milhões de idosos no Brasil [2].

Nesse contexto, tornam-se necessárias políticas públicas

para esse segmento da população, além de uma legislação específica que garanta os seus direitos, assim como prevê o Estatuto do Idoso [3] e o Estatuto da Pessoa com Deficiência [4]. No entanto, também se faz necessário que novas tecnologias sejam desenvolvidas para que atendam as suas necessidades especiais do dia a dia.

Diante disso, com a popularização dos dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, surgiram diversas oportunidades de desenvolvimento de soluções para facilitar a vida dessas pessoas. Esses dispositivos estão presentes em todos os lugares, e muitas vezes o acesso aos seus serviços funciona de forma inconsciente, com uma mínima visibilidade por parte do usuário. Tal tendência foi apontada por Weiser [5], que denominou como computação ubíqua a onipresença da computação, com a qual o usuário tem acesso a diversos serviços e interage com os dispositivos de forma inconsciente.

Da mesma forma, a evolução da computação possibilitou o surgimento de diversas soluções de desenvolvimento nas mais variadas áreas de aplicação, incluindo medicina, comércio, jogos, educação, entre outros. Também, o surgimento de novos conceitos, como *U-Learning* [6], *U-Commerce* [7], *U-Health*, [8], *U-City* [9], e mais recentemente a acessibilidade ubíqua (*u-accessibility*), que foi citada pela primeira vez por Vanderheiden [10] e, segundo Barbosa et al. [11], trata-se da área de pesquisa dedicada à aplicação da computação ubíqua como tecnologia assistiva.

Conforme Telles et al. [12], uma cidade que adota computação ubíqua, torna-se uma cidade inteligente. Por sua vez, o conceito de cidade assistiva refere-se à acessibilidade nas cidades. Portanto, ao agregar os conceitos de acessibilidade ubíqua em uma cidade inteligente, surge um novo paradigma chamado de Cidade Inteligente Assistiva [12].

Algumas soluções de suporte à acessibilidade ubíqua em ambientes urbanos vêm sendo propostas, como o modelo Hefestos [13]. O modelo visa oferecer suporte para pessoas com deficiência e idosos (PcDIs), levando em consideração o seu perfil. Através do perfil do usuário, o sistema sugere recursos de acessibilidade que estejam próximos a ele durante o seu deslocamento, utilizando gerenciamento de trilhas e sensibilidade ao contexto.

No mesmo cenário, utilizando o conceito de cidade inteligente assistiva, é proposta uma solução chamada MASC [12]. Trata-se de um modelo genérico, por suportar diferentes tipos de deficiência (auditiva, visual, mental, entre outras), que propõe realizar um acompanhamento contínuo às PcDIs enquanto elas se deslocam pela cidade. As interações das PcDIs ficam registradas para compor trilhas, que posteriormente são oferecidas como serviço para outras PcDIs.

Este artigo apresenta o SafeFollowing, um modelo que suprime uma lacuna de pesquisa detectada nos trabalhos relacionados, ou seja, o acompanhamento em tempo real de PcDIs, utilizando *smartphones* e o suporte através da internet com auxílio de agentes públicos de forma colaborativa e integrada.

Neste sentido, para os cuidados de PcDIs podem ser aplicados dispositivos móveis que estão presentes no cotidiano

destas pessoas para a criação de um modelo de acompanhamento de acessibilidade [14]. Neste caso, as PcDIs que estão em deslocamento pela cidade, ao se depararem com algum problema ou dificuldade, podem (através do seu dispositivo móvel) localizar pessoas que estejam próximas a elas e solicitarem ajuda. As pessoas próximas recebem uma notificação no seu dispositivo, e podem se deslocar até o local da PcDI para auxiliá-la caso aceitem o pedido.

O modelo SafeFollowing propõe uma lista pré-definida de possíveis situações adversas, nas quais uma PcDI pode se encontrar. Ao selecionar um auxílio específico na lista, a notificação é enviada para uma categoria determinada de agente que seja capaz de auxiliá-lo de acordo com suas habilidades. Além disso, quando um agente se deparar com uma situação inusitada na qual não consiga resolver sozinho, poderá solicitar recursos ou ajuda de outros agentes em um segundo nível de rede colaborativa [15].

Um exemplo de cenário pré-definido na lista é o de uma PcDI que se encontra sozinha em um ambiente no qual não se sinta seguro, devido à falta de iluminação ou medo de assalto no local em questão. Outra situação contemplada na lista é de um cadeirante que mora em um local sem acessibilidade arquitetônica e precisa realizar o deslocamento a um local distante e os recursos normalmente utilizados não estejam disponíveis, em ambos os cenários pode ser pedido auxílio de um agente utilizando-se o SafeFollowing.

O trabalho está estruturado da seguinte forma. A seção 2 trata dos trabalhos relacionados e apresenta uma análise comparativa entre eles. A seção 3 descreve a especificação do modelo proposto. Na seção 4 é descrita a metodologia de avaliação, e na seção 5 são expostos os resultados obtidos e, por fim, na seção 6 são apontadas as considerações finais do trabalho e os possíveis trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são analisados trabalhos de pesquisa relacionados ao tema proposto pelo SafeFollowing. Para a seleção dos trabalhos, foi realizada uma pesquisa nas bases *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect* e *Springer Library* levando-se em consideração se eles utilizavam recursos de computação ubíqua e se disponibilizavam algum tipo de suporte, monitoramento ou acompanhamento ao usuário. Em relação ao usuário final, consideraram-se os trabalhos destinados especificamente para PcDIs, visto que o objetivo deste trabalho é focado também nesta parcela da população.

2.1 *A pervasive and ubiquitous mobile health application for tracking people with disabilities*

Neste trabalho, desenvolvido por Vergara et al. [16], é apresentada uma aplicação móvel voltada para ajudar cuidadores a acompanharem seus pacientes, chamada de *Acompãname*. Existem dois papéis no sistema: cuidador e paciente. Embora ambos os papéis possuam características semelhantes, o cuidador é quem tem o controle da aplicação e define zonas geográficas às quais o paciente pode ir. O usuário que utiliza

o aplicativo tem visualizações diferentes de acordo com o seu papel:

- A visão principal do cuidador possui um mapa que mostra sua posição e a posição do paciente. Além de uma lista de pacientes que o cuidador pode escolher para cuidar ou convidar a ser cuidador. O cuidador também pode encontrar lugares ou pacientes próximos. A principal função deste papel é definir uma zona segura para o paciente. Ademais, o cuidador receberá uma mensagem de alerta caso o paciente saia desta zona.
- O paciente tem acesso a funcionalidades similares do sistema. A principal diferença é que um paciente pode enviar mensagens de alerta para seus cuidadores quando precisar de assistência em situações de emergência, que serão recebidas nos dispositivos móveis destes. Essa mensagem de alerta pode ser enviada mesmo que o paciente esteja em uma zona segura.

2.2 A remote Guidance System for the Blind (RGS-Blind)

O trabalho foi proposto por Baranski et al. [17] e trata-se de um sistema remoto de orientação para deficientes visuais. O sistema consiste em duas partes: um terminal de um operador remoto, e um terminal móvel para os deficientes visuais. O terminal móvel consiste em uma câmera digital, um receptor GPS e um fone de ouvido. A conexão com o terminal remoto é feita por meio do celular conectado via *Bluetooth*, utilizando a rede sem fio GSM ou internet.

A conexão entre os terminais transmite vídeo em tempo real, capturado através da câmera do terminal móvel, e os dados de localização obtidos através do receptor GPS. Além desses dados, é estabelecida uma comunicação de áudio entre os terminais, realizada através do protocolo UDP. Assim, o operador do terminal remoto, de posse dessas informações, pode orientar o deficiente visual a chegar em um destino, advertindo-o de obstáculos perigosos que possam estar em seu caminho.

2.3 Assistive Technology to Support the Mobility of Senior Citizens

Schlieder et al. [18] propõem a plataforma de tecnologias assistivas para promover o suporte à acessibilidade externa em bairros residenciais, chamada de *MoNa (Mobile Neighbourhood Assistance)*. O sistema tem como objetivo duas funcionalidades.

Em primeiro lugar, fornecer suporte para a identificação permanente ou temporal de barreiras, além de propostas para rotas alternativas através do componente *Geo-Wiki*. O que constitui uma barreira depende muito das deficiências individuais, podendo ser uma construção na rua, guia da calçada elevada, ou até mesmo um ponto de ônibus com iluminação precária durante à noite.

A segunda é encontrar apoio de um voluntário para superar deficiências de mobilidade ou encontrar parceiros para

atividades conjuntas realizadas ao ar livre, através do componente *Matchmaking*. O apoio do voluntário pode ajudar o usuário a superar algumas dessas barreiras. Por exemplo, um vizinho pode ajudar a subir uma escada, ou acompanhar alguém na parada de ônibus à noite.

2.4 Mobile follow-up system for elderly and disabled people

Nesse estudo elaborado por Vera et al. [19], é apresentado o Vigia um aplicativo com o objetivo de monitorar as atividades de pessoas que exigem observação constante e que não podem receber a atenção necessária. O aplicativo foi projetado visando a melhoria do monitoramento de PcDIs que moram sozinhas. Essas pessoas passam por certos riscos, como cair com frequência, entrar em lugares perigosos dentro da casa, segundo andar e sótão por exemplo, ou não conseguem lidar com certos problemas do dia a dia.

As tecnologias móveis podem fornecer soluções para esses problemas, gerando um sistema de controle não invasivo que pode ser monitorado por familiares ou cuidadores. O uso do aplicativo também proporcionou uma sensação de segurança para a PcDI.

O trabalho apresenta um protótipo de aplicativo móvel para atendimento e acompanhamento de PcDIs, por conseguinte, o aplicativo usa os sensores como GPSs, acelerômetros, barômetros, integrados a dispositivos móveis, como *smartphones* e *smartwatches*.

2.5 Protege: A mobile health application for the elder-caregiver monitoring paradigm

Ferreira et al. [20] apresentam neste trabalho a *Protege*. Trata-se de um aplicativo para *smartphones* de sistema operacional android com uma interface de usuário personalizada, que permite de forma eficiente aprimorar a comunicação entre idoso e cuidador. Além de fornecer aos idosos um dispositivo para que eles possam pedir ajuda.

A principal funcionalidade do aplicativo para o idoso é uma solicitação de ajuda (SOS) que funciona de acordo com um algoritmo que realiza a seguinte sequência: tentar obter a localização GPS; enviar um SMS com a localização GPS para o cuidador; fazer uma chamada ao cuidador (após um período de tempo pré-configurado). No SMS enviado para o cuidador, incluem-se localização, hora, uma mensagem de texto personalizável, um link para o *google maps* e a forma como a localização foi obtida com a precisão em metros.

Além dessa funcionalidade, os idosos também podem enviar SMS através das interfaces adaptadas. As mensagens podem conter um texto livre, ou também textos pré-definidos que serão enviados para o cuidador, tais como: "Ligue-me, por favor!", "Você pode me pegar agora!", "Estou bem, obrigado".

2.6 Análise comparativa entre os trabalhos

Para comparar os trabalhos relacionados, foram definidos os quesitos que são considerados relevantes para o SafeFollowing. A Tabela 1 apresenta um comparativo entre os trabalhos,

Table 1. Comparativo entre os trabalhos relacionados

Quesito	Acompanhame	RGSBlind	ATSMSenior	Vigía	Protege
Usuário Foco	PcDIs	Deficientes Visuais	Idosos	PcDIs	Idosos
Dispositivo	Smartphone	Próprio	Smartphone	Smartphone	Smartphone
Acompanhamento	Tempo Real	Parcial	Parcial	Tempo Real	Parcial
Comunicação de Suporte	Internet	Internet	SMS / E-mail	Internet	SMS / Ligação Telefônica
Tipo de Suporte	Distribuído	Centralizado	Distribuído	Distribuído	Centralizado
Utiliza Agentes	Não	Não	Não	Não	Não
Suporte Específico	Não	Não	Não	Sim	Sim

e a seguir estão listados os quesitos com suas respectivas descrições:

- **Usuário foco:** identifica para qual tipo de usuário é destinado o trabalho. Para esse quesito foram definidos três grupos para representar o usuário: PCDs, PcDIs ou Deficiente Visual.
- **Dispositivo:** identifica qual o dispositivo móvel utilizado no trabalho proposto. Podendo ser próprio ou *Smartphone* (considerando também *tablets* e dispositivos similares nesse grupo)
- **Acompanhamento:** avalia se o sistema prevê o acompanhamento do usuário, conhecendo a sua localização atual. Para este quesito foram definidos três grupos. Tempo Real, se o usuário é acompanhado continuamente. Parcial, caso o usuário seja acompanhado apenas sob prévia requisição. Por fim, não possui, caso não seja acompanhado.
- **Comunicação do Suporte:** identifica através de qual forma é realizada a comunicação entre usuário e sistema. Neste quesito foram definidos cinco grupos: Internet, SMS, E-mail, Ligação Telefônica ou Outro.
- **Tipo de Suporte:** identifica de que forma será feita a solicitação, caso o trabalho possua o serviço de suporte. Neste quesito foram definidos dois grupos. Centralizado, quando somente uma pessoa será notificada sobre a solicitação de suporte. E Distribuído, desde que uma ou mais pessoas sejam notificadas sobre a solicitação, podendo ser pessoas próximas ao usuário ou através de uma rede de contatos.
- **Utiliza Agentes:** identifica se o sistema prevê o uso de agentes qualificados para atendimentos especiais (caso possua serviço de suporte), além dos voluntários para atender os pedidos de suporte.
- **Suporte Específico:** identifica se há possibilidade de especificar o tipo de auxílio de que o usuário necessita.

Ao analisar a tabela comparativa dos trabalhos, é possível observar que há uma lacuna existente. De fato, entre os trabalhos relacionados, não existe um trabalho que contemple todos os critérios destacados na tabela. Diante disso, surge uma

oportunidade de desenvolvimento de um modelo que aborde todos estes critérios (destacados na tabela): Atender usuários PcDIs; utilizar *smartphones*, por serem dispositivos de grande escala de uso; acompanhar o usuário em tempo real; oferecer um suporte através da internet para situações específicas, além das situações de emergência; por fim, utilizar agentes públicos com os seus recursos, de forma colaborativa e integrada.

3. Modelo SafeFollowing

Esta seção apresenta a visão geral do modelo, seus conceitos, caracterização de perfis e arquitetura.

3.1 Visão geral

O modelo SafeFollowing possibilita pedidos de acompanhamentos especiais, portanto leva em consideração a comodidade do usuário do sistema, para que este possa utilizar o sistema de forma ativa, sem a necessidade de uma central para distribuir as chamadas.

O sistema consiste em uma aplicação instalada em dispositivos móveis (*smartphones* ou *tablets*), com a qual uma PcDI poderá solicitar um PA (Pedido de Acompanhamento) simples ou um PA Específico (PAE). Para um PA simples, será enviada uma notificação para voluntários que estejam próximos. No caso de um PAE, haverá uma lista com algumas opções pré-definidas para o usuário escolher entre elas conforme o tipo de acompanhamento necessário naquele momento. De acordo com a escolha do usuário, o PAE será destinado para uma ou mais categorias de agentes, além de levar em conta se o agente tem habilidades com o tipo de deficiência do usuário.

O SafeFollowing também prevê um Pedido de Reforço (PR) em nível de agentes. Ou seja, um agente poderá solicitar ajuda de outros (da mesma ou de outra categoria) caso não tenha condições de auxiliar a PcDI sozinho ou não possua os recursos necessários. Para isso, o agente poderá verificar no mapa onde os demais agentes se encontram e qual o tipo de veículo que estão conduzindo, caso estejam motorizados.

A fim de que essas funcionalidades sejam efetivadas, no perfil do agente deve constar os tipos de PcDIs com as quais ele possua habilidades ou tenha qualificações afins. Ao realizar seu cadastro, também deve informar sua categoria de acordo com a organização da qual faz parte. Quando autenticar no sistema, o agente deverá informar se está caminhando ou dispõe de algum veículo. Essas informações são necessárias para o escalonamento dos PAEs, sendo possível

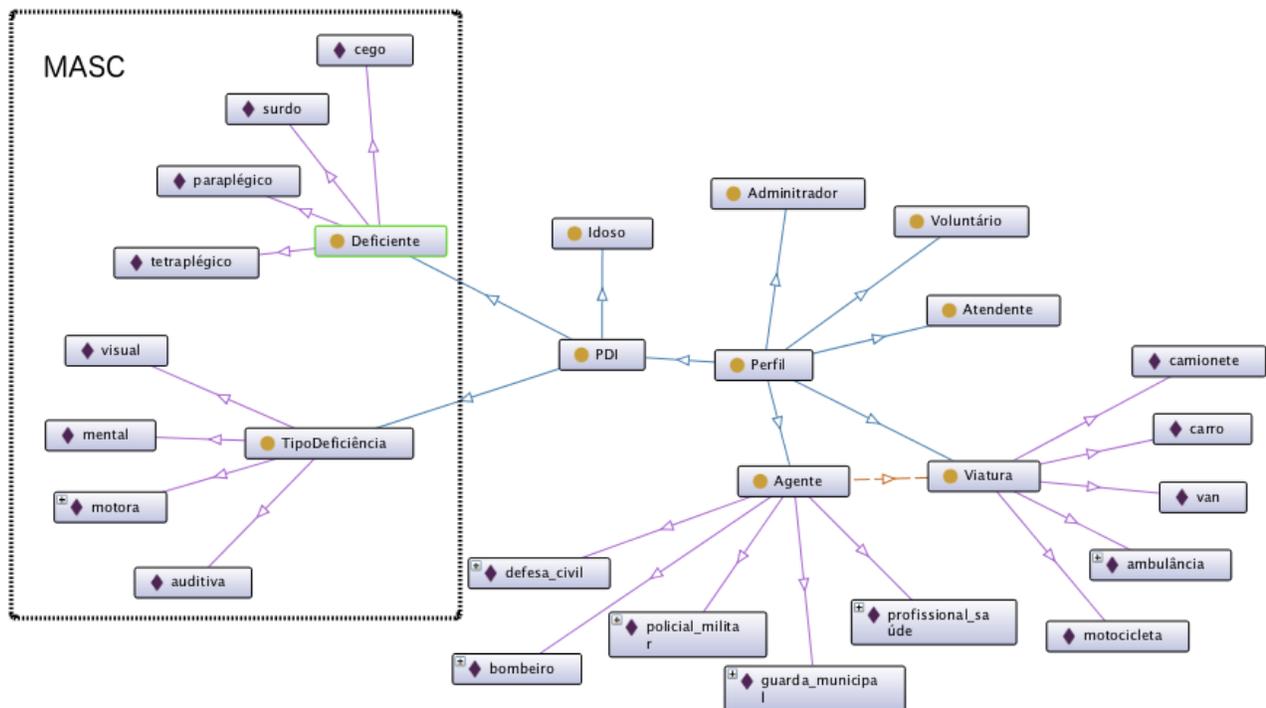


Figure 1. Ontologia do modelo SafeFollowing para representação dos perfis

direcionar um agente adequado para cada tipo de auxílio específico, além de fazer o devido mapeamento do agente e/ou do veículo no sistema.

3.2 Perfis do modelo

O modelo baseia-se em cinco modelos de perfis, sendo eles: PcDI, Voluntário, Agente, Atendente e Administrador. No entanto, o perfil de agente é ampliado e dividido em categorias de acordo com a instituição à qual pertence. A criação dos perfis está relacionada diretamente com as funcionalidades que cada usuário poderá realizar através das aplicações que se comunicam com o SafeFollowing.

As categorias dos agentes são essenciais para o escalonamento dos PAEs. Por isso o perfil de agente foi modificado de acordo com os profissionais que geralmente atuam nas cidades. Os demais perfis não sofreram alterações, como mostra a representação dos perfis por meio de uma ontologia [21] que pode ser vista na Figura 1, em que usuários, objetos e ambientes são tratados como entidades do modelo. A Figura 1 destaca que a ontologia original havia sido uma extensão da ontologia proposta pelo MASC [12]. Os perfis que foram modificados possuem as seguintes novas descrições:

- **PcDI:** São pessoas com deficiência e idosos, usuários foco do modelo, que irão criar as solicitações de PA e PAE, e receber o atendimento dos voluntários e agentes. Os tipos de deficiência aceitos estão também representados na ontologia.

- **Agente:** São servidores públicos que possuem qualificação para auxiliar as PcDIs. Recebem apenas as notificações de PAEs, ou são acionados pela Central quando o atendente julgar necessário. Os agentes estão classificados em cinco categorias, são elas: agente de defesa civil, bombeiro, policial militar, guarda municipal e profissional da saúde (neste caso servidores da SAMU). Essas cinco categorias representam profissionais que atuam geralmente nas ruas e de forma dinâmica. Além disso, quase todas as cidades contam com a maior parte delas. A comunicação com as PcDIs e a Central é realizada através do aplicativo móvel, no qual o agente deve ter um cadastro prévio. Ao realizar a autenticação também deverá informar se está caminhando ou motorizado, identificando também o tipo de veículo com o qual está trabalhando, e com quais tipos de deficiência possui habilidades. Essas informações são essenciais para o direcionamento dos PAEs.

3.3 Pedido de Acompanhamento Específico

Um Pedido de Acompanhamento Específico (PAE) é uma solicitação feita por um usuário quando este precisa de um atendimento que requer mais do que apenas um acompanhamento voltado para o deslocamento pela cidade. Alguns PAEs são pré-definidos no modelo, mas também existe a opção "outro" (para situações que não se enquadrem nas opções disponíveis). Nesta última opção, um agente qualquer que esteja próximo receberá o pedido e, ao aceitar, deverá se

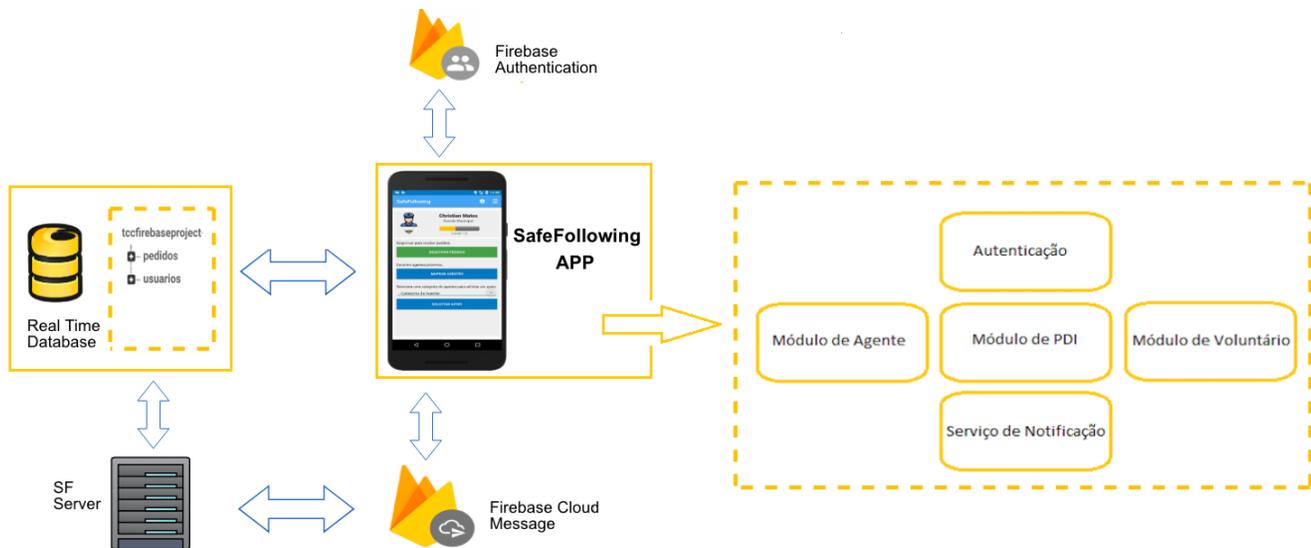


Figure 2. Arquitetura geral do modelo SafeFollowing

deslocar até a localização da PcDI, a fim de entender qual a sua necessidade. Se for necessário, poderá também solicitar um PR (Pedido de Reforço) para outro agente mais adequado para aquela situação.

3.4 Pedido de Reforço

O Pedido de Reforço (PR) é uma solicitação que pode ser feita somente por agentes autenticados. Essa solicitação será direcionada para uma categoria específica de agentes, que deve ser escolhida por quem está realizando a solicitação, e todos os agentes próximos que pertencem a essa categoria serão notificados. Essa função é disponível para situações em que um agente chega ao local de um PAE, mas verifica que não poderá ajudar a PcDI sozinho ou não possui os recursos necessários para isso. Então, por meio do mapeamento de agentes, poderá saber quais agentes e viaturas se encontram próximos e solicitar um PR.

3.5 Arquitetura do modelo

Nesta seção é apresentada a arquitetura geral do modelo, ilustrada na Figura 2. A arquitetura é composta pela aplicação cliente SafeFollowing App, pelos serviços oferecidos pelo *Firestore*¹ (banco de dados e serviço de notificação) e um servidor que realiza a comunicação com esses serviços.

3.5.1 SafeFollowing APP

O SafeFollowing APP é uma aplicação móvel responsável por disponibilizar os recursos necessários para a solicitação / notificação e efetivação dos acompanhamentos aos usuários, além de se comunicar diretamente com o banco de dados e com o serviço de autenticação do sistema. As funcionalidades são oferecidas por meio de 5 módulos:

- **Autenticação:** Destinado a todos perfis do sistema, tem como responsabilidade possibilitar o acesso e cadastramento dos usuários à aplicação através de e-mail e senha. Também verifica o tipo de usuário autenticado e o direciona para o seu módulo correspondente.
- **Módulo de Agente:** Destinado aos agentes, permite que eles possam receber ou desabilitar solicitações de PAEs; solicitar ou receber pedidos de reforço; verificar no mapa os agentes próximos; ou alterar suas informações (nome, veículo que está conduzindo, deficiências com as quais tenha habilidades). Também é possível verificar o número de acompanhamentos realizados.
- **Módulo de PcDI:** Destinado às PcDIs, tendo a responsabilidade de solicitar os PAs e PAEs, que são armazenados no banco de dados e enviados para os agentes e voluntários próximos de acordo com o tipo de acompanhamento solicitado. O usuário pode definir um tempo de espera limite, e caso nenhum voluntário/agente aceite o pedido ou o tempo de limite seja atingido, o pedido é cancelado e removido do banco de dados, podendo ser feito um novo pedido a qualquer momento.
- **Módulo de Voluntário:** Destinado aos voluntários, permite que eles possam receber ou desabilitar solicitações de PAs, além de alterar suas informações pessoais.
- **Serviço de Notificação:** Serviço responsável por receber a mensagem do servidor FCM (*Firestore Cloud Message*²) com as informações do pedido. Também verifica se o aplicativo está executando em primeiro plano ao receber uma mensagem, nesse caso cria uma caixa

¹(<https://firebase.google.com>)

²(<https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging/?hl=pt-br>)

de diálogo na tela do usuário; caso contrário, cria uma notificação que é exibida na bandeja de notificações do dispositivo.

3.5.2 SF Server

O servidor do modelo SafeFollowing se comunica diretamente com o banco de dados por meio de funções orientadas a eventos. Quando um Pedido de Acompanhamento é solicitado por uma PcDI, é criado um registro no banco dados, e neste momento é invocada uma função assíncrona responsável por determinar quais os usuários devem receber as notificações.

A função utiliza um algoritmo que verifica os dados do usuário que solicitou o pedido e realiza uma busca no cadastro do banco de dados dos usuários ativos, para verificar quais contemplam os requisitos do pedido, nesta ordem:

- **Tipo de acompanhamento:** Para PAs, busca por voluntários; já para pedidos específicos, procura apenas por agentes.
- **Deficiência do usuário:** Esse requisito é verificado apenas para solicitações de PAE, dando preferência para os agentes que possuem habilidades com a respectiva deficiência do usuário.
- **Localização do usuário:** O algoritmo calcula a distância aproximada entre a solicitação e o usuário, utilizando os atributos de latitude e longitude, que são atualizados continuamente através da localização GPS do dispositivo (*Global Positioning System*). Para PAs, a distância máxima considerada é de 300 metros. No entanto, para PAEs não existe limite de distância, visto que os agentes podem estar utilizando veículos e o deslocamento poder ser feito em um menor espaço de tempo.

Para cada usuário localizado que preencha os requisitos, o servidor faz uma requisição ao *endpoint* do servidor de notificações FCM, que se encarrega de notificá-lo. Assim que o primeiro usuário aceitar a solicitação, o pedido é marcado com uma *tag* e deixa de estar ativo para os outros que também receberam a notificação. Dessa forma, fica garantido que somente um acompanhante poderá realizar o acompanhamento.

3.5.3 Firebase Real Time Database

Banco de dados do modelo hospedado na nuvem. Ele é responsável pela persistência dos dados dos usuários e das solicitações de acompanhamentos, estejam elas concluídas ou em andamento. Trata-se de um banco não relacional, onde os dados são armazenados em formato *JSON*, utilizando uma estrutura de árvore, em que cada nó representa um registro. O dados são atualizados em tempo real para todos os clientes por meio de uma instância compartilhada, que referencia o Realtime Database, tornando possível realizar leitura, escrita e busca pelo aplicativo.

Por se tratar de um banco de dados não relacional, não é utilizado o conceito de herança para representar os tipos

de usuários, a fim de tornar as buscas mais rápidas e evitar a duplicação de dados.

3.5.4 Firebase Authentication

Serviço responsável pela autenticação e cadastro dos usuários, realizados através de um provedor de e-mail e senha. A comunicação com o aplicativo é realizada utilizando a mesma abordagem do banco de dados, isto é, compartilhando uma instância que referencia o Firebase Auth entre todos os clientes. Por meio dessa referência, é possível realizar a autenticação, sair da aplicação ou realizar novos cadastros. Ao criar um novo usuário, este recebe uma identificação única, que é a mesma utilizada para identificar o nó correspondente do usuário no banco de dados.

3.6 Diagrama de classes

O diagrama de classes do modelo determina a integração entre o pedido e as informações do usuário que está solicitando algum tipo de auxílio.

A Figura 3 contempla as classes com suas relações e o tipo de atributo. A classe Usuário possui as principais características que moldam o perfil do indivíduo que usufruirá do aplicativo, dentre as categorias destacam-se a identificação, localização e o tipo de agente, informações de crucial importância para garantir a eficiência nas atividades. A classe Pedido apresenta a identificação, a situação do pedido e informações que facilitam a comunicação com o agente.

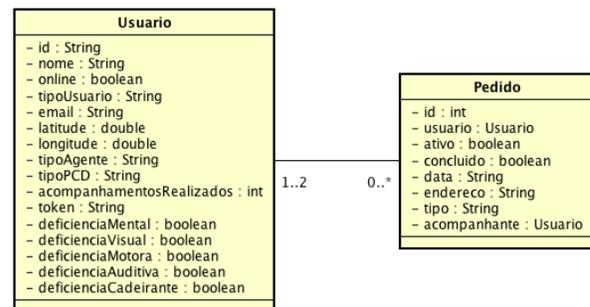


Figure 3. Diagrama de classes do SafeFollowing

4. Aspectos de Implementação e Avaliação

Esta seção descreve a implementação e validação do modelo SafeFollowing, focando principalmente no desenvolvimento do protótipo e nas ferramentas utilizadas nesse processo. Além disso, mostra como ocorre a interação com os usuários – o que foi possível por meio de testes realizados em cenários reais.

4.1 Implementação

O aplicativo para *smartphones* foi desenvolvido no ambiente de programação *Android Studio* 3.1.2, utilizando a linguagem de programação Java 8 e *XML*. Para a compilação foi utilizada

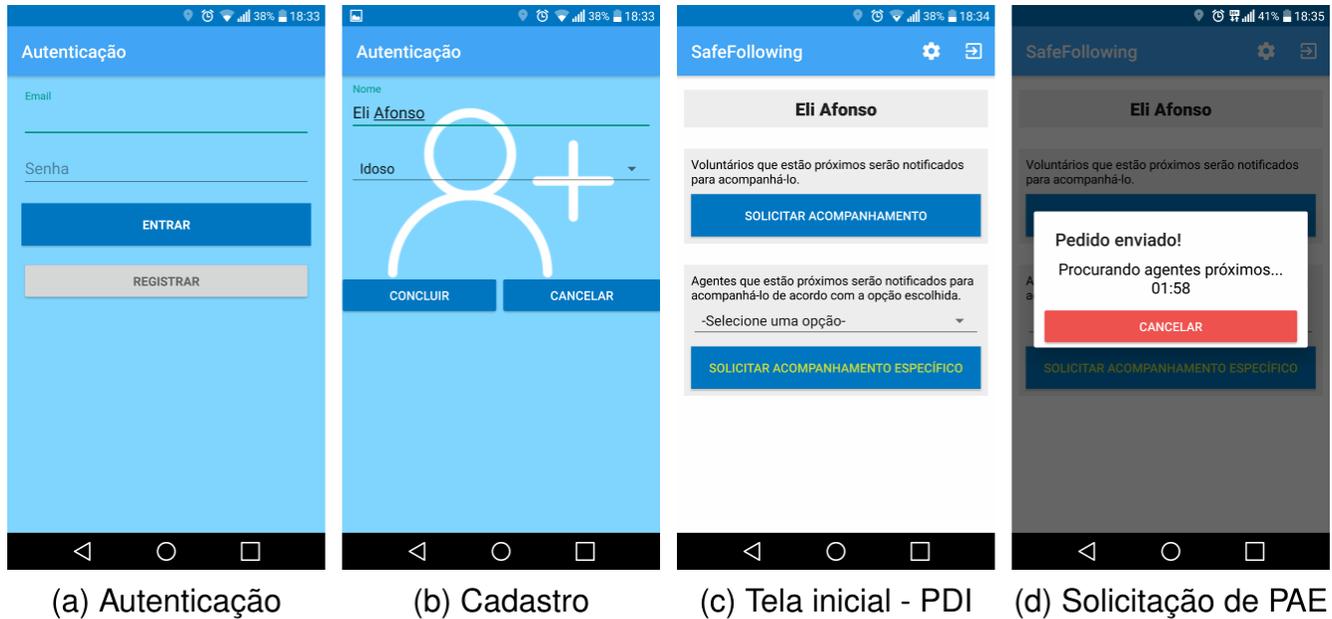


Figure 4. Telas do protótipo utilizadas pela PcDI

a *SDK* mínima 21, versão 5.0 do Android (Lollipop); que, de acordo com os dados do Android³, atualmente abrange 84,7% dos dispositivos que possuem o sistema operacional.

Para a persistência dos dados, é utilizado o banco de dados *NoSQL* do *Firebase*, o qual se comunica diretamente com o aplicativo através dos métodos que sua *API* disponibiliza para leitura e escrita de dados. A atualização ocorre em tempo real sempre que houver modificações nos dados dos nós que o aplicativo estiver monitorando. Isso ocorre por meio de métodos orientados a eventos que ficam monitorando um determinado nó e executam a ação programada quando algum dado for modificado, sem que haja a necessidade de consultas periódicas ao banco de dados para verificar se houve alguma alteração.

As notificações são enviadas com o serviço *FCM* através de um *token* (identificador único), que é associado para cada instância do aplicativo. Quando o usuário realiza a autenticação no sistema, recebe o *token* da sua instância, que é salvo no seu cadastro de usuário do banco de dados. A responsabilidade de definir para quais *tokens* a notificação deverá ser enviada é do *SF Server*.

O servidor do modelo (*SF server*) é uma aplicação escrita na plataforma *NodeJS*⁴, está hospedado no nível *IaaS* (*Infrastructure as a Service*) da nuvem *Google Cloud Platform*⁵ e implementa o *SDK* (*Software Development Kit*) *Admin do Firebase*⁶ para se comunicar com o banco de dados. Por meio de eventos do nó de pedidos do banco de dados, o servidor será acionado e, de acordo com as informações do pedido (localização do usuário e tipo de acompanhamento), buscará

no cadastro de usuários aqueles que satisfaçam as condições para receber a solicitação de acompanhamento. Então, enviará uma requisição *HTTP POST* com as informações do pedido e o *token* correspondente do usuário no corpo da mensagem para o *endpoint* do servidor *FCM*, que se encarregará enviar notificação ao usuário de destino.

A Figura 4 mostra as telas do protótipo, que foram obtidas a partir da realização de testes nos cenários em que PcDI e agentes interagem com o *SafeFollowing*.

A autenticação Fig. 4(a) é realizada com o preenchimento de e-mail e senha. Caso o usuário não tenha cadastro, deverá clicar no botão *REGISTRAR* e será direcionado para a tela de cadastro Fig. 4(b), onde deverá informar seu nome e com qual perfil de usuário deseja se cadastrar, tendo as seguintes opções: idoso, voluntário, pessoa com deficiência e agente. Para os dois últimos casos, também deverá selecionar o tipo de deficiência (mental, motora, visual, auditiva ou cadeirante) ou a categoria de agente (agente de defesa civil, bombeiro, guarda municipal, policial militar ou profissional da saúde). Após concluir o cadastro, o usuário será redirecionado para a tela de autenticação.

A Fig. 4(c) mostra a tela principal de uma PcDI quando realiza sua autenticação, onde é possível solicitar um PA ou um PAE. Na barra de ferramentas, também é possível alterar suas informações ou sair de sua conta. Ao solicitar um PA / PAE, é criada uma caixa de diálogo com um contador de tempo do limite de espera (que pode ser alterado nas preferências do usuário) que fica ativo até que algum agente aceite o pedido, podendo ser cancelado a qualquer momento, conforme ilustrado na Fig. 4(d).

O agente recebe uma notificação sobre o PAE se estiver com o aplicativo em segundo plano, com as opções de aceitar ou recusar o pedido Fig. 5(a). Se estiver em primeiro plano, é

³<https://developer.android.com/about/dashboards/>

⁴<https://nodejs.org/en/>

⁵<https://cloud.google.com/?hl=pt-br>

⁶<https://firebase.google.com/docs/admin/setup?hl=pt-br>



(a) Notif. - Agente



(b) Acomp - Agente

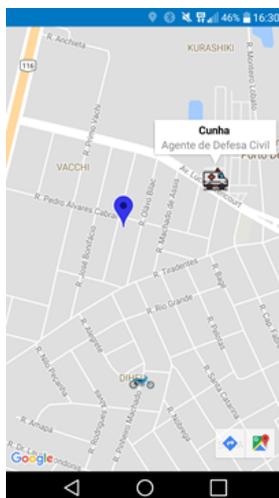


(c) Acomp - PDI



(d) Tela Inicial - Agente

Figure 5. Telas do acompanhamento e ações do Agente



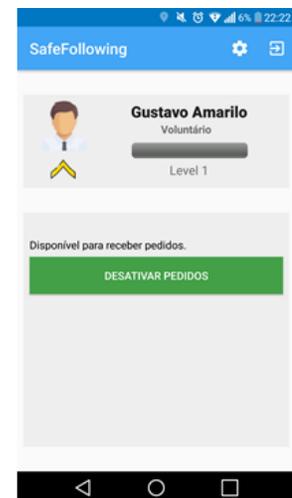
(a) Mapear agentes



(b) Not. de reforço



(c) Preferências



(d) Tela - Voluntário

Figure 6. Telas de ações do agente

criada uma caixa de diálogo na tela principal. Ao aceitar o pedido, o agente é direcionado para uma tela com as informações do pedido: dados do usuário, endereço, tipo de auxílio de que necessita e a distância aproximada para chegar até ele, assim como um mapa que mostra sua localização e a do usuário Fig. 5(b). Da mesma forma, o usuário que solicitou o acompanhamento é direcionado para uma tela com as informações do agente que o aceitou e pode cancelar o pedido ou concluí-lo a qualquer momento, conforme a Fig. 5(c).

Na tela inicial do agente Fig. 5(d), são exibidas suas informações e um avatar de acordo com a instituição a que pertence. Além disso, são possíveis as seguintes ações:

- **Desativar / Receber pedidos:** Se o botão de pedidos estiver ativado, o agente poderá receber solicitações de PAE mesmo que o aplicativo esteja em segundo plano.
- **Mapear agentes:** Por meio dessa ação, o agente consegue visualizar no mapa a localização de todos os agentes ativos no sistema e o tipo de veículo que estão conduzindo caso não estejam caminhando Fig. 6(a).
- **Solicitar apoio:** Caso o agente não consiga auxiliar a PcDI ou se depare com uma situação durante o seu trabalho que precise da ajuda de outro profissional, poderá solicitar reforço selecionando a categoria de agente necessária para aquele atendimento. Todos os agentes da categoria selecionada que estejam próximos recebem a notificação de reforço Fig. 6(b).
- **Preferências:** Nessa tela Fig. 6(c), o agente pode verificar seus dados e atualizar algumas informações, como veículo que está conduzindo, com quais tipos de deficiência tem habilidades e seu nome.

A tela inicial do voluntário Fig. 6(d) é mais simples, contém apenas o botão que ativa/desativa o recebimento de PAs. Ao aceitar uma solicitação de PA, o voluntário é direcionado para uma tela igual à do agente Fig. 5(b), que possui as informações do usuário que solicitou o acompanhamento e um mapa com suas localizações.

4.2 Avaliação

A avaliação do SafeFollowing foi realizada por meio de cenários, que é uma abordagem que vem sendo utilizada pela comunidade acadêmica para a validação de sistemas ubíquos como Tavares et al. [13] e Satyanarayanan [22] empregaram em seus projetos. Dessa forma, foram criados dois cenários com a participação de PcDIs e agentes para a validação do modelo. O cenário A descreve uma situação em que um idoso necessita de um atendimento especial prestado por um agente. Já o cenário B retrata um agente que vai até um cadeirante prestar um auxílio; mas, chegando ao local, constata que precisa solicitar reforço para poder ajudá-lo.

4.2.1 Cenário A

”Eli, um idoso que estava realizando um atendimento no hospital de Sapucaia do Sul RS, vai até o ponto de ônibus que

fica próximo para aguardar sua condução. Depois de alguns minutos, as demais pessoas que ali estavam já pegaram seus destinos, e ele ficou sozinho no local. Além disso, já está noite e o local em questão possui pouca iluminação Fig. 7(a).

Diante dessa situação, Eli se sente inseguro e com medo de ser assaltado, por isso resolve utilizar o seu aplicativo SafeFollowing. Ele realiza autenticação com seu e-mail e senha Fig. 4(a); e, na sua tela inicial Fig. 4(c), solicita um pedido específico com a opção ”Sozinho em local com pouca iluminação” Fig. 4(d).

Alisson, guarda municipal de Sapucaia do Sul, utiliza o aplicativo enquanto está de serviço; e, por estar próximo a esse ponto de ônibus, recebe uma notificação sobre o chamado Fig. 5(a). Ele aceita o pedido e se desloca até a localização do usuário, que foi obtida através das informações disponíveis na tela Fig. 5(b). No mesmo momento, o idoso recebe uma notificação de que o pedido foi aceito, e a partir daí pode acompanhar no mapa o deslocamento do agente Fig 5(c).

Chegando ao local, Eli relata ao agente que está sozinho aguardando seu ônibus e, diante dos atuais índices de violência, pede na medida do possível que ele fique ali por alguns minutos o acompanhando. O agente entende ser uma situação de vulnerabilidade e permanece no local a fim de prestar uma maior segurança ao idoso Fig. 7(b). Por fim, após alguns minutos, Eli embarca em seu ônibus e conclui o atendimento no aplicativo”



(a) Circunstância que originou o PAE



(b) Agente acompanhando o idoso

Figure 7. Interação dos atores do cenário A

4.2.2 Cenário B

”Rogério, cadeirante que mora em um local sem acessibilidade na cidade de Sapucaia do Sul, precisa ir a um banco que fica no centro da cidade. No entanto, não passam ônibus na sua rua, e os vizinhos que geralmente fazem esse deslocamento com ele não estão disponíveis. Então, por meio do seu aplicativo SafeFollowing, no qual já possui cadastro, solicita um PAE com a opção ”Falta de mobilidade” Fig. 8(a).



Figure 8. Interação dos atores do cenário B

Vagner, guarda municipal (GM) do município, está próximo à localização do cadeirante e recebe a notificação sobre o chamado. O agente aceita o pedido e vai até o endereço para verificar qual a necessidade do usuário. Chegando ao local Fig. 8(b), constata que precisará realizar o transporte de Rogério, mas não conseguirá fazê-lo sozinho. Dessa forma, na tela inicial de seu aplicativo SafeFollowing Fig. 5(d), ele clica no botão MAPEAR AGENTES para verificar se há algum agente próximo com um veículo para ajudá-lo. Ao visualizar o mapa, identifica que existe um agente da defesa civil, o qual conduz uma ambulância, próximo Fig. 6(a). Então, retorna à tela inicial do aplicativo e clica no botão SOLICITAR APOIO com a opção "Agente de defesa civil" selecionada.

Cunha, agente da defesa civil, recebe a notificação sobre o PR Fig. 6(b), aceita e vai até a localização do atendimento. Chegando ao local Fig. 8(c), os agentes da defesa civil e o guarda municipal colocam Rogério no veículo para levá-lo até o centro da cidade Fig. 8(d) e, por fim, concluem o acompanhamento.

Após o usuário concluir o acompanhamento no seu aplicativo, o número de acompanhamentos realizados dos agentes é incrementado, consequentemente a barra de progresso, mostrada na tela inicial Fig. 5(d), aumenta."

5. Resultados

Após a realização dos testes do SafeFollowing nos cenários, foi apresentado aos usuários (agentes e PcDIs) um questionário que foi elaborado baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (*Technology Acceptance Model – TAM*) proposto por Davis [23]. Nesse questionário, os usuários responderam questões relativas ao seu perfil, à facilidade de uso e à utilidade percebida da aplicação.

Na primeira parte da pesquisa, as perguntas eram destinadas à análise do perfil do entrevistado, sendo elas: sexo,

faixa etária, escolaridade e nível de experiência em informática e tecnologias. Já na segunda parte, foram elencadas 10 assertivas a respeito da análise de validação da tecnologia, sendo que para cada uma delas, o usuário poderia responder com "Concordo fortemente", "Concordo", "Indiferente", "Discordo", ou "Discordo fortemente". Dessas 10 afirmações, as 5 primeiras (itens de 1 a 5) referem-se à facilidade percebida no uso do SafeFollowing; e as demais (itens de 6 a 10) são relativas à utilidade percebida com o uso do modelo. Por fim, o usuário poderia escrever críticas, elogios ou sugestões para cada questão ou para o aplicativo de forma geral.

A aplicação do questionário foi dividida em duas fases, uma para cada perfil de usuário utilizado nos cenários. A primeira foi aplicada aos usuários foco do modelo: PcDIs que interagiram com o aplicativo durante os testes nos cenários A e B, e PcDIs que tiveram contato com o protótipo do aplicativo durante uma apresentação na qual foram demonstradas todas suas funcionalidades. Na outra, responderam às questões agentes públicos, em especial guardas municipais e agentes de defesa civil que participaram dos cenários, além de outros agentes que também participaram de uma apresentação do aplicativo.

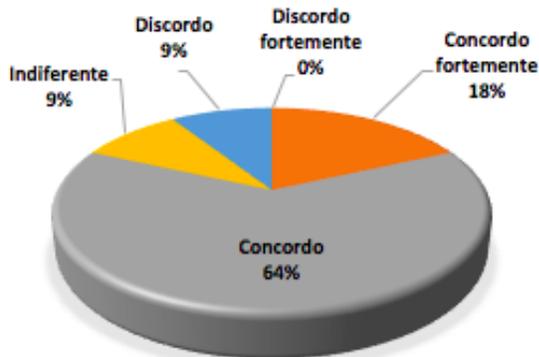
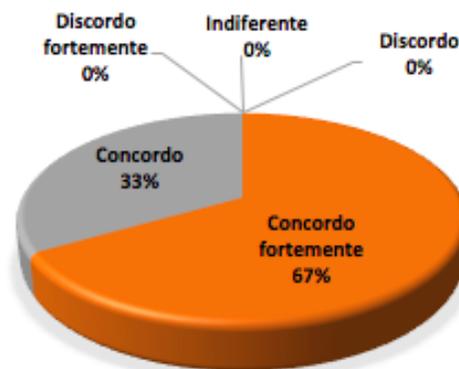
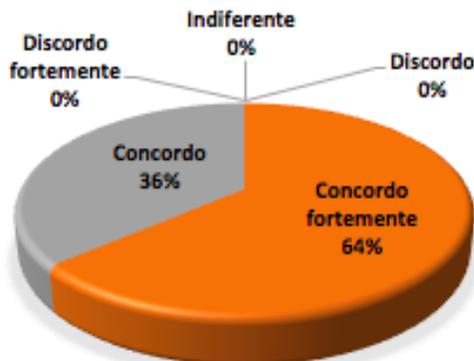
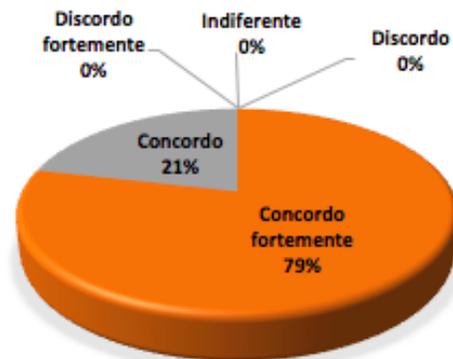
Em relação à primeira fase, 11 PcDIs foram entrevistados, 3 pessoas com deficiência e 8 idosos, conforme a Fig. 13, sendo 55% do sexo masculino e 45% feminino Fig. 13(a), com uma maior representatividade na faixa etária com mais de 60 anos, representando 73% Fig. 13(b). Ainda sobre a faixa etária, 18% têm entre 31 e 40 anos, e 9% entre 41 e 50 anos. Quanto à escolaridade, 64% possuem o ensino médio, 27% somente o ensino fundamental e 9% ensino superior incompleto Fig. 13(c). Na questão de nível de experiência ou conhecimento em informática e tecnologias, a maior parte (64%) afirmou possuir um nível bom, os demais responderam regular ou ótimo, ambos com 18% Fig. 13(d).

Por sua vez, no quesito facilidade de uso percebida Fig. 9, pode-se dizer que foi obtido um resultado considerado satisfatório. De fato, 82% avaliaram positivamente, sendo que 18% responderam que concordam fortemente e 64% concordam. Além disso, 9% responderam como indiferente e 9% com discordo, o que pode ser explicado pela falta de experiência em informática de alguns usuários, visto que o grupo é majoritariamente formado por idosos, os quais têm maior dificuldade em lidar com novas tecnologias [24], conforme relata o comentário de um idoso sobre o item 2: "O aplicativo poderia ter um manual de instruções para ajudar aqueles que têm mais dificuldades.". Por fim, no quesito utilidade percebida, a aceitação foi maior ainda, chegando a 100% de aprovação dos entrevistados, com 64% concordando fortemente e 36% concordando Fig. 10, o que foi ratificado por um usuário na parte de comentários gerais: "Muito interessante esse projeto, pois, por muitas vezes, precisamos de algum auxílio nas ruas e não sabemos como e a quem recorrer. Esse aplicativo seria de grande utilidade para todos nós, além de ser uma nova alternativa para pedir ajuda em casos de emergência."

A segunda fase da pesquisa contou com a participação de

Table 2. Questionário de avaliação do modelo

Item	Afirmção
1	O aplicativo SafeFollowing é de fácil compreensão.
2	Seria fácil me tornar hábil no uso do aplicativo SafeFollowing
3	As informações sobre a solicitação de acompanhamentos específicos são apresentadas de forma clara e objetiva, permitindo a devida compreensão.
4	Não é necessário esforço expressivo para utilizar as funcionalidades disponíveis no SafeFollowing.
5	Não é necessária uma experiência prévia significativa em recursos tecnológicos para utilizar os recursos disponíveis no SafeFollowing.
6	O uso do SafeFollowing estimula a acessibilidade e contribui para a segurança pública.
7	O SafeFollowing me auxiliaria em uma situação de emergência.
8	O atendimento prestado pelo agente foi eficiente e solucionou a minha necessidade.
9	O SafeFollowing incentiva a integração entre os órgãos de segurança pública.
10	O SafeFollowing seria útil para apoiar a acessibilidade de PCDIs em adversidades que possam ocorrer no seu cotidiano.

**Figure 9.** Facilidade de uso percebida**Figure 11.** Facilidade de uso percebida**Figure 10.** Utilidade percebida**Figure 12.** Utilidade percebida

14 agentes de segurança pública (10 guardas municipais e 4 agentes da defesa civil de Sapucaia do Sul) Fig. 14. O perfil dos entrevistados é composto por maioria do sexo masculino (79%), contra 21% do feminino Fig. 14(a). Na faixa etária, 43% tem de 25 a 35 anos, 36% de 36 a 45 anos e 21% entre 50 e 60 anos Figura 14(b). Quanto à escolaridade, 43% possuem ensino médio, 29% superior incompleto e 28% já concluíram o ensino superior Fig. 14(c). Em relação ao nível de experiência ou conhecimento em informática, 50% responderam ótimo, 36% bom e 14% regular Fig. 14(d).

No quesito facilidade de uso percebida Fig. 11, a aceitação foi de 100%, 67% reponderam concordo fortemente e 33%

com concordo, bem maior comparado aos índices da primeira fase, pois os agentes estão mais acostumados a utilizar recursos tecnológicos no seu dia a dia. Da mesma forma, a utilidade percebida obteve um alto índice de aceitação, com 79% que concordaram fortemente e 21% que concordaram Fig. 12. Isso pôde ser observado também em alguns comentários registrados pelos entrevistados: "Essa ferramenta facilitaria muito a nossa comunicação com os outros órgãos de segurança, e poderia ser usada não só para auxiliar idosos e pessoas com deficiência, mas também para as demais ocorrências que atendemos no nosso trabalho", "Gostei muito do projeto, quanto

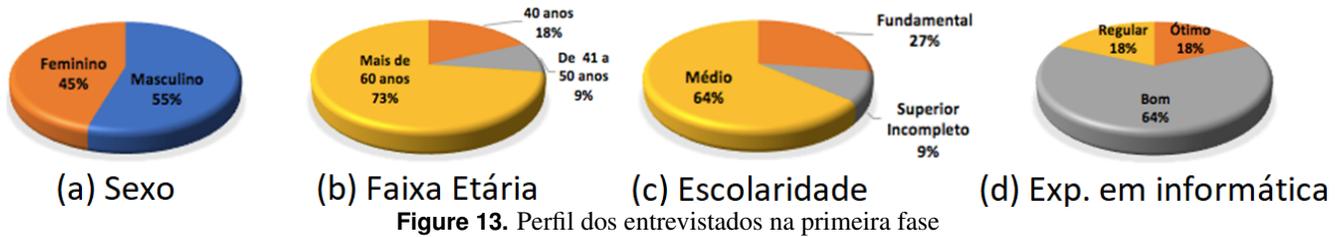


Figure 13. Perfil dos entrevistados na primeira fase

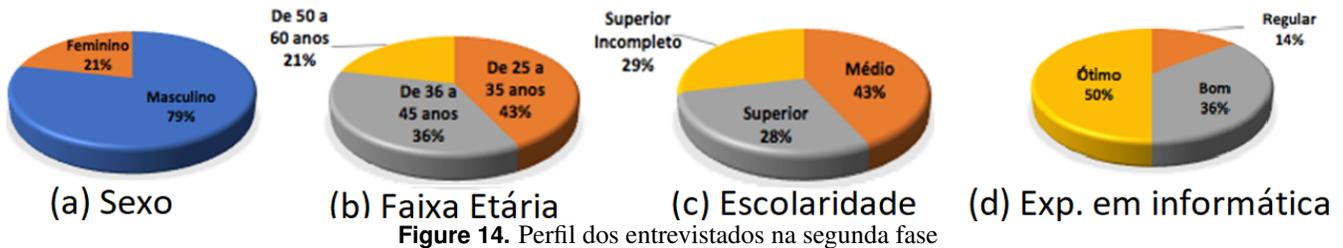


Figure 14. Perfil dos entrevistados na segunda fase

mais recursos tivermos para auxiliar a população, melhor será o atendimento prestado. Parabéns!”.

6. Conclusão

Esse estudo teve como objetivo desenvolver um modelo de acessibilidade ubíqua para prestar um acompanhamento diferenciado à pessoas com deficiência e idosos que estejam em situações adversas.

Levando em consideração os estudos dos trabalhos relacionados ao tema, foi identificada a oportunidade de desenvolver um modelo para prestar um auxílio qualificado à acessibilidade de PcDIs em situações específicas do seu cotidiano, devido às suas necessidades especiais. O modelo se caracteriza por contar com a participação de agentes públicos, que atuam de forma colaborativa, integrada e dinâmica, a fim de prover o acompanhamento a essas pessoas. As funcionalidades são oferecidas por meio de um aplicativo instalado em dispositivos móveis, permitindo a interação entre usuários, voluntários e agentes (em tempo real) com essa nova ferramenta tecnológica de inclusão social.

A partir do desenvolvimento de um protótipo, foram realizados testes em cenários reais de utilização do modelo com as partes envolvidas (agentes e PcDIs) para comprovar sua utilidade. Baseando-se na análise dos resultados da pesquisa de aceitação que foi aplicada aos usuários, é possível concluir que houve de fato a aceitação. Os resultados da pesquisa – tanto a aplicada aos agentes, como a aplicada às PcDIs – mostraram que 100% dos entrevistados afirmam que a solução possui utilidade, proporcionando não só um acompanhamento durante o deslocamento da PcDI na cidade, mas também um auxílio prestado por agentes públicos em situações específicas.

Como contribuição científica desse trabalho, destaca-se a especificação de um modelo genérico de acessibilidade ubíqua, que envolve agentes públicos para atender PcDIs em situações nas quais precisem de algum tipo de acompanhamento, seja pela falta de mobilidade, seja por alguma situação especial que necessite de um atendimento mais quali-

ficado. O modelo SafeFollowing pode ser considerado genérico pois permite chamados para atendimentos de emergência para qualquer eventualidade, desde que o mesmo esteja pré-definido na lista de situações adversas. As situações podem ser cadastradas no sistema no momento em que existam agentes públicos capacitados para realizar o tipo de atendimento em questão. Vale ressaltar também a contribuição social, por se tratar de um recurso de acessibilidade; que proporciona a inclusão social de PcDIs na sociedade, contribui para a segurança pública em geral e incentiva a integração entre os órgãos públicos, melhorando os serviços prestados à população.

Em relação a privacidade dos usuários, o SafeFollowing foi projetado com os dados sendo armazenados e de responsabilidade da Central. Nesse modelo centralizado, a Central passa as informações para os agentes apenas no momento necessário, sendo assim, os dados só são acessíveis por outro usuário ou agente quando a Central disponibilizar.

Em relação aos trabalhos futuros, pode-se citar a ampliação do modelo para atender a população em geral, possibilitando as pessoas a solicitar atendimento aos agentes para outros tipos de ocorrência, como foi comentado pelos usuários que participaram dos testes. Outra solução promissora seria implementar um módulo de comunicação no modelo, em que os agentes pudessem trocar mensagens a respeito das solicitações de acompanhamento, a fim de prestar um melhor auxílio aos usuários. A possibilidade de um estudo de segurança da informação aplicado ao SafeFollowing para garantir a segurança dos dados e a privacidade dos usuários também é prevista. E por fim adicionar ao SafeFollowing um módulo de Gamificação, aumentando o engajamento e a satisfação dos usuários ao utilizarem o sistema.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil

(CAPES) - Código de Financiamento 001, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) pelo apoio ao desenvolvimento desse trabalho. Os autores reconhecem especialmente o apoio do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) e do Laboratório de Computação Móvel (Mobilab) da Unisinos.

Contribuição dos Autores

Todos os autores contribuíram de forma efetiva para a estruturação deste artigo, assumindo a responsabilidade pelo conteúdo.

References

- [1] IBGE. Sinopse do Censo 2010. 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf> (Acessado em 10 de setembro de 2019).
- [2] SILVA, M. C. O processo de envelhecimento no brasil: desafios e perspectivas. *Textos Envelhecimento*, v. 8, n. 1, p. 43–60, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303156903_O-processo-de-envelhecimento-no-Brasil-Desafios-e-perspectivas (Acessado em 10 de setembro de 2019).
- [3] BRASIL. Estatuto do idoso, lei federal nº 10.741, de 01 de outubro de 2003. *Brasília (DF): Senado Federal*, 2003. Disponível em: http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/pagina_saude_do_idoso/estatuto_do_idoso.pdf (Acessado em 10 de setembro de 2019).
- [4] BRASIL. Estatuto da pessoa com deficiência, lei federal nº 13.146, de 06 de julho de 2015. *Brasília (DF): Senado Federal*, 2015. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/513623/001042393.pdf> (Acessado em 10 de setembro de 2019).
- [5] WEISER, M. The computer for the 21st century. *SIG-MOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, ACM, New York, NY, USA, v. 3, n. 3, p. 3–11, jul. 1999. <http://doi.acm.org/10.1145/329124.329126>.
- [6] BARBOSA, J. L. V. et al. A ubiquitous learning model focused on learner interaction. *International Journal of Learning Technology*, Inderscience Publishers Ltd, v. 6, n. 1, p. 62–83, 2011. <https://doi.org/10.1504/IJLT.2011.040150>.
- [7] BARBOSA, J. L. V. et al. TrailTrade: A model for trail-aware commerce support. *Computers in Industry*, v. 80, p. 43–53, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2016.04.006>.
- [8] VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V. A Model for Ubiquitous Care of Noncommunicable Diseases. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, v. 18, n. 5, p. 1597–1606, 2014. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2013.2292860>.
- [9] OH, J.; OH, S. Some aspects of the ubiquitous services on the u-city implementation. In: IEEE. *Mobile IT Convergence (ICMIC), 2011 International Conference on*. [S.l.], 2011. p. 78–81. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6061530> (Acessado em 10 de setembro de 2019).
- [10] VANDERHEIDEN, G. C. Ubiquitous accessibility, common technology core, and micro assistive technology: Commentary on “computers and people with disabilities”. *ACM Trans. Access. Comput.*, ACM, New York, NY, USA, v. 1, n. 2, p. 10:1–10:7, out. 2008. <http://dx.doi.org/10.1145/1408760.1408764>.
- [11] BARBOSA, J. L. V. et al. TrailCare: An indoor and outdoor Context-aware system to assist wheelchair users. *International Journal of Human Computer Studies*, Elsevier, v. 116, p. 1–14, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.04.001>.
- [12] TELLES, M. J.; BARBOSA, J. L. V.; RIGHI, R. Um modelo computacional para cidades inteligentes assistivas. *iSys-Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, v. 10, n. 1, p. 52–79, 2017. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/isys/article/view/6003> (Acessado em 10 de setembro de 2019).
- [13] TAVARES, J. et al. Hefestos: an intelligent system applied to ubiquitous accessibility. *Universal Access in the Information Society*, Springer, v. 15, n. 4, p. 589–607, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0423-2>.
- [14] KULKARNI, C. et al. Health companion device using iot and wearable computing. In: *2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 152–156.
- [15] BORBINHA, J. Redes de colaboração: alguns elementos para análise e reflexão. *Cadernos BAD*, v. 1 (2004), p. 73–83, 2004. Disponível em: <https://www.bad.pt/publicacoes/index.php/cadernos/article/view/839> (Acessado em 10 de setembro de 2019).
- [16] VERGARA, J. A.; RAMÍREZ, Y. M.; CAMARGO, J. E. A pervasive and ubiquitous mobile health application for tracking people with disabilities. In: IEEE. *Computing Colombian Conference (10CCC), 2015 10th*. [S.l.], 2015. p. 206–213. <https://doi.org/10.1109/ColumbianCC.2015.7333433>.
- [17] BARANSKI, P.; POLANCZYK, M.; STRUMILLO, P. A remote guidance system for the blind. In: IEEE. *e-Health Networking Applications and Services (Healthcom), 2010 12th IEEE International Conference on*. [S.l.], 2010. p. 386–390. <http://dx.doi.org/10.1109/HEALTH.2010.5556539>.
- [18] SCHLIEDER, C. et al. Assistive technology to support the mobility of senior citizens. *KI-Künstliche Intelligenz*, Springer, v. 27, n. 3, p. 247–253, 2013. <https://doi.org/10.1007/s13218-013-0254-3>.
- [19] VERA, P. M.; CARRAU, M. K.; RODRIGUEZ, R. A. Mobile follow-up system for elderly and disabled people. In: *2018 Congreso Argentino de Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–5.
- [20] FERREIRA, F. et al. Protege: A mobile health application for the elder-caregiver monitoring paradigm. *Proce-*

dia Technology, Elsevier, v. 9, p. 1361–1371, 2013. [⟨https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.153⟩](https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.153).

[21] MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens. *Relatório Técnico–RT-INF-001/07, dez*, 2007. Disponível em: [⟨http://www.portal.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_001-07.pdf⟩](http://www.portal.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_001-07.pdf) (Acessado em 10 de setembro de 2019).

[22] SATYANARAYANAN, M. Pervasive computing: Vision and challenges. *IEEE Personal communications*, IEEE, v. 8, n. 4, p. 10–17, 2001. [⟨https://doi.org/10.1109/98.943998⟩](https://doi.org/10.1109/98.943998).

[23] DAVIS, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, v. 13, n. 3, p. 319, 1989. Disponível em: [⟨http://www.jstor.org/stable/249008?origin=crossref⟩](http://www.jstor.org/stable/249008?origin=crossref) (Acessado em 10 de setembro de 2019).

[24] TAVARES, M. M. K.; SOUZA, S. T. C. de. Os idosos e as barreiras de acesso às novas tecnologias da informação e comunicação. *RENOTE*, v. 10, n. 1, p. 1–7, 2012. Disponível em: [⟨https://seer.ufg.br/renote/article/viewFile/30915/19244⟩](https://seer.ufg.br/renote/article/viewFile/30915/19244) (Acessado em 10 de setembro de 2019).