

# AccompCare: A Model for Accompaniment of People with Disabilities in an Intelligent Assistive City

C. Zummach, J. Barbosa, M. Telles, and R. dos Santos

**Abstract**—To increase the quality of life and independence of people with disabilities and elderly (PDE), there must be solutions that provide accessibility in urban environments. *AccompCare* is a model for tracking and assisting PDE in their displacement, using mobile and ubiquitous computing to provide accessibility services. *AccompCare*'s main contribution is the strategy of disponibilization of help. This strategy initially seeks collaborators who are close to the PDE and, not finding them, directs the request to a remote call center. The call center can guide the user through the resources of the mobile device. In addition, *AccompCare* contemplates an urban scenario, allowing the delimitation of several service areas. The model was implemented and evaluated by five wheelchair users through scenarios. The results showed a good acceptance by the users, considering their perceptions of usability and utility of the system.

**Index Terms**—Ubiquitous computing, U-accessibility, Ubiquitous accompaniment, Smart assistive cities.

## I. INTRODUÇÃO

Com a evolução do uso de recursos tecnológicos, novas oportunidades de desenvolvimento de soluções estão surgindo, através do aumento nas funcionalidades e na disponibilidade contínua de serviços de computação [1]. Um dos fatores que fizeram impulsionar esses avanços tecnológicos foi a popularização e uso contínuo de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*.

Uma das áreas estratégicas para o desenvolvimento de novas soluções é aplicar recursos tecnológicos junto às cidades, surgindo assim as Cidades Inteligentes [2].

Nesse contexto de cidades inteligentes pode-se incluir conceitos de acessibilidade, para permitir às Pessoas com Deficiência e Idosos (PDIs) terem mais autonomia e independência, devido ao espaço urbano oferecer condições desiguais de acessibilidade [3].

O conjunto tecnológico de recursos e serviços que visam facilitar o desenvolvimento de atividades diárias por pessoas com deficiência, aumentando a sua capacidade funcional, denomina-se Tecnologias Assistivas [4]. A área de pesquisa dedicada à aplicação da computação ubíqua como

tecnologia assistiva, é denominada Acessibilidade Ubíqua (*u-accessibility*) [5]. Ao aplicar a acessibilidade ubíqua em um cenário de cidade inteligente, surge um novo paradigma denominado Cidades Inteligentes Assistivas [6].

Uma série de soluções de acessibilidade e assistência para pessoas com deficiência e idosos estão sendo pesquisadas e implementadas, porém, em sua maioria em um ambiente permanente e controlado. Para proporcionar uma qualidade de vida e uma independência maior às PDIs, devem haver soluções que também estendam suporte ao ambiente urbano [7]. Em um cenário urbano, as cidades inteligentes disponibilizam a infraestrutura necessária, sendo o ambiente ideal para o desenvolvimento dessas soluções.

Há algumas soluções relevantes aplicadas para suporte à acessibilidade ubíqua em um cenário de ambiente urbano, como por exemplo a proposta apresentada pelo Hefestos [5], que oferece suporte tanto para Pessoas com Deficiência (PcDs), quanto para idosos, considerando o seu perfil. Com base nesse perfil, sugere recursos de acessibilidade que estejam no mesmo ambiente, próximos ao usuário, durante seu deslocamento. Outra solução aplicada nesse cenário é apresentada pelo MASC [6], onde PcDs são monitorados continuamente durante seu deslocamento pela cidade e essas interações com as PcDs são utilizadas para composição de históricos de contextos, que são oferecidas como serviços.

Porém, devido à dificuldade de adaptar os recursos e serviços das cidades para atender às PDIs, uma solução promissora é utilizar os dispositivos móveis, que estão presentes continuamente com as pessoas, para criar um modelo de acompanhamento de acessibilidade, onde ao se deparar com algum problema ou alguma dificuldade de deslocamento, elas possam localizar pessoas que estejam próximas a ela, e fazer um pedido de ajuda.

O objetivo desse trabalho é propor esse modelo, denominado de *AccompCare*, que fornece meios para que as PDIs, mediante a uma solicitação, localizem pessoas próximas que são notificadas e, caso aceitem o pedido, se desloquem até o local para auxiliar e prestar o atendimento, ambos guiados continuamente pelo sistema. O *AccompCare* prevê também o atendimento de forma remota, através de recursos tecnológicos embarcados nos dispositivos móveis, para os casos de pessoas próximas não serem encontradas, a fim de que as PDIs possam alternativas de cobertura de atendimento e que tenham maior probabilidade de serem atendidas.

O texto está organizado em sete seções. A segunda seção apresenta os trabalhos relacionados, descrevendo as suas prin-

C. Zummach, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), São Leopoldo, RS, Brasil, cleitonzummach@gmail.com

J. L. V. Barbosa, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), São Leopoldo, RS, Brasil, jbarbosa@unisinos.br

M. J. Telles, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), São Leopoldo, RS, Brasil, marcelojtelles@gmail.com

R. B. S. dos Santos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), São Leopoldo, RS, Brasil, renanbssantos@gmail.com

cipais características e comparando-os conforme critérios de classificação. O *AccompCare* é descrito na terceira seção, apresentando a visão geral do modelo, principais conceitos e o detalhamento da arquitetura. Os aspectos de implementação utilizados no desenvolvimento do protótipo são detalhados na quarta seção. A seção V apresenta a avaliação através de cenários, cujos os resultados são discutidos na seção VI. Por fim, a última seção apresenta as considerações finais.

## II. TRABALHOS RELACIONADOS

Os critérios para a escolha dos trabalhos foram baseados em termos sinônimos ao assunto do trabalho e suas derivações, definidos como (“*ubiquitous accessibility*” OR “*assistive environments*”), (*accompaniment* OR *monitoring* OR *support* OR *aid* OR *mobility*), (“*disabled person*” OR “*people with disabilities*” OR *disability* OR *deaf* OR *blind* OR *elderly*), ((*city* OR *cities*) AND (*smart* OR *intelligent*)) e (*obstacle* OR *barriers*).

A escolha dos trabalhos levou em consideração se utilizavam recursos de computação ubíqua, se ofereciam algum tipo de suporte ou acompanhamento, monitoramento do usuário, pedido de ajuda em casos de emergência, e se possuía interação com recursos de acessibilidade do ambiente ou gerenciamento de obstáculos em um ambiente urbano.

O trabalho de Baranski et al. [8] apresenta um sistema de orientação remota para cegos. O sistema é composto de duas partes, um terminal de um operador remoto e um terminal móvel de uma pessoa cega. A interação entre os dois terminais ocorre através da tecnologia GSM e da Internet. Nessa comunicação são transmitidos vídeos, dados de localização GPS e comunicação de áudio. A localização GPS do usuário cego e o vídeo em tempo real capturado são exibidos no terminal do operador remoto. O operador remoto pode navegar a pessoa cega à outro ponto e avisá-lo de obstáculos perigosos. O terminal móvel consiste de um dispositivo eletrônico dedicado que possui uma câmera digital, receptor GPS e um fone de ouvido. O terminal remoto do operador é um programa executado em um computador, onde são exibidos na tela o vídeo capturado pela câmera pessoal do usuário cego e a localização do mesmo em um mapa (GoogleMaps). São exibidos também informações sobre o *link* de comunicação.

O trabalho apresentado por Schlieder et al. [9], fornece tecnologias assistivas para iniciar e coordenar suporte à mobilidade. São dois os objetivos do trabalho: 1) uma Geo-Wiki para documentar barreiras de mobilidade temporária e gerar rotas alternativas, 2) um serviço de *matchmaking* para encontrar apoio voluntário para ajudar pessoas idosas a superar dificuldades de mobilidade. Esses objetivos consideram a mobilidade em um ambiente externo e em uma escala intermediária de espaço, como um bairro residencial. Através de uma plataforma web, usuários mapeiam objetos temporários de forma colaborativa. As barreiras registradas são exibidas para todos os usuários através de ícones em um mapa. O serviço de *matchmaking* depende de similaridade de condições para identificar se um determinado caso se enquadra a um pedido correspondente. O voluntário é notificado através de

um e-mail ou um SMS e deve responder se possui interesse ou não em ajudar. A pessoa que solicitou é informada da decisão, podendo escolher outro voluntário no caso de não aceite.

O sistema denominado de *Acompãname* [10], apresenta a proposta de um sistema para estabelecer comunicação entre cuidadores e pacientes. O sistema prevê que o paciente esteja localizado em uma zona, delimitada geograficamente, onde pode-se detectar automaticamente comportamentos estranhos conforme a sua localização. Caso o usuário saia dessa zona segura, é provável que algo tenha acontecido com ele, e alguém deve ser avisado. A aplicação possui alertas, os quais são ativados quando um paciente sai da sua zona de segurança, ou a qualquer momento quando o paciente requer assistência, como por exemplo em situações de emergência. Os alertas são recebidos pelos dispositivos dos usuários cuidadores, que por sua vez tomam as devidas ações necessárias.

A aplicação móvel *Protege* [11] foi desenvolvida especialmente para o paradigma *elder-caregiver*. O *Protege* disponibiliza alguns serviços para o usuário idoso, como solicitações de ajuda. A requisição de SOS é feita pelo algoritmo seguindo os passos: 1) obter a localização GPS; 2) enviar um SMS para o cuidador; 3) entrar em contato com o cuidador. O SMS enviado para o cuidador inclui a localização, hora, um texto personalizado e um link para o Google Maps com a sua localização. É possível também, habilitar chamadas de emergência que serão feitas para um número pré-definido, em modo viva-voz, após o SMS ser enviado.

O modelo de suporte à acessibilidade ubíqua *Hefestos* [5], oferece suporte tanto para PcDs, quanto para idosos, considerando o seu perfil e o ambiente em que está inserido – interno ou externo, com seus recursos. É composto por módulos que são responsáveis pelo gerenciamento do perfil dos usuários, das suas necessidades especiais, dos contextos e dos históricos de contextos. A interação com o usuário ocorre através de uma aplicação instalada em um dispositivo móvel. Dentre todas as funcionalidades oferecidas, há um recurso de SOS, que pode ser usado pelo usuário em situações onde precise de algum tipo de ajuda ou assistência. Para isso, basta o usuário acionar a funcionalidade que um envio de uma mensagem de SMS será feito para um contato previamente cadastrado, junto as preferências do usuário, com a informação da sua localização atual.

A análise comparativa entre os trabalhos ocorreu utilizando os seguintes critérios:

- Tipo de Usuário: Qual o público alvo principal do trabalho: a) “PcD” em geral; b) “Deficiente visual”; c) “Deficiente auditivo”; d) “Idosos”; e) “Outros”.
- Dispositivo: Qual o tipo de dispositivo utilizado: a) “Próprio” para hardware dedicado, desenvolvido para o trabalho; b) “Smartphones” considerando dispositivos de mercado, como *smartphones* e *tablets*; c) “Outros”.
- Acompanhamento: Se o usuário é monitorado de forma contínua pelo sistema, através de um sistema de localização: a) “Tempo real” caso o usuário é acompanhado continuamente; b) “Parcial” caso o usuário seja acompanhado somente mediante a uma requisição; c) “Não possui” caso não seja acompanhado.

- Serviço de Suporte à Ajuda: Qual o tipo de comunicação realizada entre o usuário e o sistema, caso exista suporte em uma situação de emergência ou que necessite de qualquer ajuda. a) “Internet”; b) “SMS”; c) “E-mail”; d) “Ligação telefônica”; e) “Outro”; f) “Não possui”.
- Classificação de Suporte à Ajuda: Caso possua um serviço de suporte à ajuda, de que forma será atendido pelo sistema: a) “Centralizado” quando somente um indivíduo é informado sobre o pedido de suporte, seja ele definido pelo usuário ou pelo próprio sistema; b) “Distribuído” quando uma ou mais pessoas são notificadas sobre o pedido de suporte do usuário; c) “Não possui”.
- Suporte Social: Há uma rede de colaboração social envolvida, onde pessoas podem ser candidatos a prestar suporte ao usuário, como um voluntário, de forma espontânea. a) “Possui” e b) “Não possui”.
- Recursos de Acessibilidade: Dispõe de uma lista de recursos de acessibilidade do ambiente em que o usuário está inserido, para que seja levado em consideração durante o atendimento de suporte. a) “Possui” e b) “Não possui”.
- Gerenciar obstáculos: Se o trabalho disponibiliza recursos para os usuários registrarem obstáculos, disponibilizando esses registros para os demais usuários ou sistemas, na forma de *crowdsourcing*. a) “Sim” e b) “Não”.

TABELA I  
COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS RELACIONADOS

Critério	RGSBlind [8]	ATSMSenior [9]	Acompãname [10]	Protege [11]	Hefestos [5]
Tipo de Pessoa	Deficientes visuais	Idosos	PcDs/Idosos	Idosos	PcDs/Idosos
Dispositivo	Próprio	Smartphones	Smartphones	Smartphones	Smartphones
Acompanhamento	Parcial	Parcial	Tempo real	Parcial	Tempo real
Serviço de Suporte à Ajuda	Internet	SMS/Email	Internet	SMS/Ligação telefônica	SMS
Classificação de Suporte à Ajuda	Centralizado	Distribuído	Distribuído	Centralizado	Centralizado
Suporte Social	Não possui	Possui	Não possui	Não possui	Não possui
Recursos de Acessibilidade	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Possui
Gerenciar Obstáculos	Não	Sim	Não	Não	Não

A comparação entre os trabalhos relacionados é apresentada na Tabela I. Analisando a tabela pode-se observar que, com base nos trabalhos selecionados, existe uma lacuna e uma oportunidade de desenvolvimento de um modelo que contemple os critérios destacados na tabela, ou seja, que atenda usuários PcDs e Idosos, através de dispositivos de grande escala de uso, que monitore o usuário em tempo real, que conheça os recursos de acessibilidade próximos a ele, que ofereça suporte em uma situação de emergência ou que necessite de ajuda, de forma colaborativa com a sociedade, e que disponibilize ao usuário o recurso para registrar obstáculos de acessibilidade durante seu deslocamento.

### III. MODELO ACCOMP CARE

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

#### A. Visão Geral

O AccomCare prevê o acompanhamento de acessibilidade para PDIs durante seu deslocamento, para situações em que as PDIs necessitem de ajuda, seja por algum problema de infraestrutura no seu caminho, obstáculos, desorientação ou até mesmo necessitem de um auxílio de forma geral, para melhorar sua experiência de deslocamento e acessibilidade.

Para isso o pedido de acompanhamento (PA) é solicitado através de um aplicativo instalado em um dispositivo móvel e que acompanhe as PDIs. Esse PA é classificado no momento de sua criação por nível de prioridade, normal ou urgente.

Em um PA de prioridade normal, a solicitação é encaminhada para pessoas que estejam próximas a localização da PDI, sendo usuários que atuam de forma voluntária, através de notificações para seus dispositivos móveis. O voluntário visualiza detalhes do pedido e pode aceitar ou recusar.

Caso não seja encontrado nenhum voluntário nas proximidades, nenhum dos notificados tenha aceitado, ou então a prioridade seja do tipo urgente, o pedido é direcionado para uma central de atendimento, onde pessoas que possuem recursos tecnológicos e informações extras para prestar suporte, farão o atendimento de forma remota, através de comunicação por recursos tecnológicos, como voz e vídeo, entre o dispositivo da PDI e a central.

Esse atendente possui as informações necessárias sobre as PDIs, como a localização, seu tipo de deficiência, os recursos de acessibilidade e obstáculos próximos a ele, e acompanha também o seu deslocamento. O atendente pode ainda acionar profissionais que possuem uma especialização mais adequada para atender a PDIs, através do encaminhando do pedido para esses indivíduos.

Outra funcionalidade prevista pelo modelo AccomCare, é o registro de obstáculos de acessibilidade, que são barreiras que impeçam de alguma forma o deslocamento natural das PDIs. A finalidade desse recurso é possuir o maior número de registros de obstáculos possíveis, para auxiliar o atendente da central a contextualizar o ambiente em que as PDIs se encontram durante o atendimento, e também disponibilizar esses dados através de serviços, para que outras ferramentas externas possam compartilhar desses dados, tornando assim esse recurso um banco de dados de obstáculos público.

O AccomCare foi integrado ao MASC [6]. Dentre suas funcionalidades, o MASC [6] prevê o armazenamento contínuo de registros de contexto efetuadas por PcDs durante seu deslocamento, a fim de gerar históricos de contextos como serviço. O MASC possui a estrutura de cadastros e gerenciamento de PcDs, como dados de identificação, tipos de deficiência, recursos e ambientes, modelados através de ontologias. As informações de contexto relevantes das PcDs, como a sua localização, seu tipo de deficiência e os recursos de acessibilidade próximos a ela - conforme o seu tipo de deficiência, são disponibilizados através de consultas a serviços. É através desses serviços que ocorre a integração entre os modelos.

#### B. Conceitos do Modelo

Essa seção apresenta os principais conceitos do modelo.

1) *Central*: É o termo designado para um conjunto de atendentes. Uma Central está associada a uma Região de atuação. Dessa forma, como a Central poderá oferecer suporte somente para os usuários que estão dentro de sua área de atuação, é possível prestar um serviço mais especializado e escalonado, podendo disponibilizar mais atendentes para Centrais que estão em áreas mais populosas ou com maior tráfego de pessoas, que tendem a possuir maior demanda.

2) *Região*: É uma área geográfica específica, determinada no momento de sua criação. As Figuras 1 e 2 ilustram dois exemplos de Região. Não há restrições quanto a seu tamanho, forma, nem quanto a sua localização, podendo ser uma instituição, um bairro ou um conjunto de cidades, por exemplo. Serve como limitador para a ação da Central.

A Região é classificada como Pública ou Privada. Ao solicitar um PA, caso a PDI esteja inserida em uma Região Privada, somente os perfis do modelo que também estão localizados dentro dessa Região serão notificados. Caso o PA seja feito dentro de uma Região Pública, não há restrição quando a localização dos perfis notificados, ou seja, pessoas poderão ser notificadas mesmo não estando dentro na mesma Região do PA. Essa classificação se justifica para os casos em que as PDIs estejam em um local que não seja de acesso livre, como um evento ou uma instituição, ou então quando a Região representa uma entidade que deseja oferecer o próprio suporte específico às PDIs.



Fig. 1. Exemplo de Região Pública, que compreende o bairro Centro da cidade de São Leopoldo.

Fig. 2. Exemplo de Região Privada, que corresponde à área da Unisinos.

3) *Perfis do Modelo*: O modelo é composto por cinco perfis, onde cada um possui um papel e desempenha funções diferentes. A representação dos perfis através de uma ontologia estendida do MASC [6] é apresentada na Figura 3. Os perfis são os seguintes:

- **PDI**: São pessoas com deficiência e idosos que irão criar a solicitação de PA e receber o atendimento. Os tipos de deficiência aceitos estão representados na Figura 3.
- **Voluntário**: Qualquer pessoa que queira se disponibilizar de forma espontânea, para auxiliar alguma pessoa com deficiência ou idoso que esteja próximo a sua localização, em qualquer momento, desde que esteja ativo no sistema. Para isso, deve possuir cadastro junto ao AccomCare.
- **Agente**: São pessoas que possuem vínculo efetivo com o modelo, sendo colaboradores oficiais e que não atuam de forma espontânea, como os Voluntários. São acionados pela Central durante o atendimento. Conforme a Figura 3 os agentes são classificados em: Policiais, Bombeiros, Profissionais da Saúde, Servidores Públicos e Outros.

- **Atendentes**: São usuários que também possuem vínculo efetivo, porém diretamente com a Central. São responsáveis por atender aos PAs, de forma remota, a fim de encontrar a solução mais eficiente possível para os atendimentos.
- **Administrador**: Usuário que representa o órgão ou empresa regulamentadora, que será responsável por manter os dados gerenciais do modelo, e pelo cadastro de novas Regiões e Centrais.

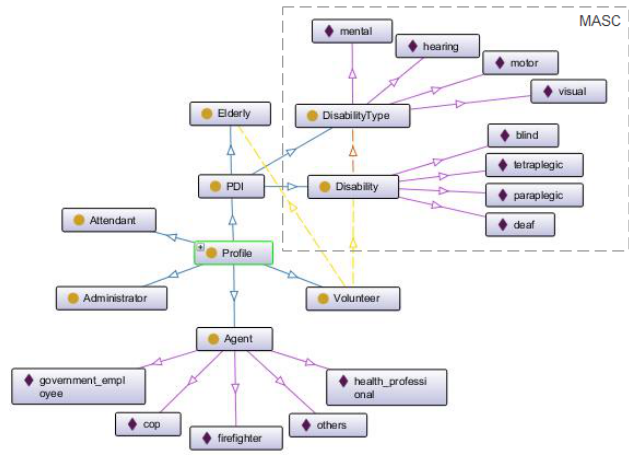


Fig. 3. Ontologia para representação dos perfis.

C. *Arquitetura do Modelo*

Nessa seção é apresentada a arquitetura geral do modelo, ilustrada na Figura 4, composta pelas aplicações cliente que comunicam todos os perfis ao sistema, a estrutura de servidor necessária para implantação, os módulos internos responsáveis pela execução das funcionalidades do sistema, o módulo de comunicação que é responsável por criar uma interface entre o AccomCare e sistemas externos, e o módulo administrativo onde os dados gerenciais do modelo serão mantidos.



Fig. 4. Arquitetura geral do modelo AccomCare.

1) *AccompCare App*: Consiste em uma aplicação instalada em dispositivos móveis, que disponibiliza recursos para a solicitação e atendimento do PA aos usuários, e que é responsável pela comunicação entre o dispositivo e o servidor. Os perfis de usuários que utilizam essa aplicação são: PDI, Voluntário e Agente.

Na perspectiva da PDI, os recursos do aplicativo são a autenticação através de credenciais do MASC [6], definição de preferências, como o tempo limite de espera das respostas

dos Voluntários para um PA e a distância que será considerada na busca por voluntários próximos, a criação de um PA e o recebimento de atendimento por um Voluntário ou Agente, de forma presencial ou então pelo Atendente de forma remota.

Na perspectiva do Voluntário e do Agente, as funcionalidades do aplicativo são a autenticação através de credenciais vinculadas ao modelo, receber notificações e realizar atendimento de PA. Para o Voluntário há ainda a funcionalidade de cadastro, onde ele informa seus dados de identificação pessoal para se tornar um usuário.

Por fim, os perfis PDI, Voluntário e Agente, possuem a funcionalidade de registrar obstáculos, que tem por objetivo manter registrado e mapeado os locais onde há problemas de acessibilidade para PDIs, que podem inclusive ter gerado um PA. Esse registro é feito informando alguns dados que caracterizam o obstáculo.

2) *AccompCare Web*: É uma aplicação web responsável pela interface de atendimento feito pela Central através de seus Atendentes. Durante o atendimento, disponibiliza informações sobre o PA e a PDI, como a sua localização e informações sobre recursos de acessibilidade próximos, para auxiliar o Atendente. Disponibiliza também informações sobre os obstáculos cadastrados junto ao *AccompCare*, e ainda mapeia a posição e informações de identificação de todos os Agentes que também estão próximos a PDI, promovendo o encaminhamento do PA para esses Agentes.

3) *AC Server*: O modelo prevê o uso de um servidor, onde todas as informações referentes ao *AccompCare* são armazenadas, controladas e gerenciadas. É responsável por disponibilizar serviços para as aplicações cliente *AccompCare App* e *AccompCare Web*. Os serviços são uma interface entre as funcionalidades do sistema e as aplicações dos usuários e que estão categorizadas em módulos, onde cada módulo é responsável pela execução de determinadas tarefas, com funções bem definidas e com interoperabilidade entre eles.

O *AC Admin* é o módulo administrativo. Nele são feitos todos os cadastros e configurações necessárias para o funcionamento do sistema. É uma ferramenta web, e o acesso é feito por usuário do perfil Administrador. Nesse módulo são disponibilizados os cadastros de Região, Central e Atendente. Todos os dados referentes aos cadastros serão persistidos no banco de dados do modelo, denominado de AC-DB.

O *Módulo de Usuário* autentica os usuários das aplicações cliente e os usuários do perfil PDI junto ao MASC [6], consiste na base de dados os cadastros de novos usuários, e mantém e gerencia a lista de usuários ativos de todos os perfis.

O *Módulo de Contexto* cria o contexto de cada usuário em um determinado momento do tempo, para que possa servir de base para tomadas de decisões que serão feitas por outros módulos, em especial o *Módulo de Atendimento*.

Esse módulo é composto basicamente por recursos que identifiquem a localização de uma entidade, através de funcionalidades existentes em um módulo *Location System* [12] [13], porém, acrescentando mais informações específicas do usuário para composição de um contexto [14]. A estrutura dos contextos herdada as principais propriedades que originaram o conceito de contexto [14], que são *ID/User*, *Date/Hour*, *Activity* e *Localization*. Todos os contextos são criados levando

em consideração a lista de usuários ativos. O contexto das PDIs é gerenciado pelo próprio MASC [6].

Todos os contextos gerados são armazenados junto ao banco de dados do modelo, criando assim um histórico de contextos, também chamado de Trilhas [15]. Com as trilhas é possível realizar inferências sobre históricos de contextos, interligando dados de trilhas de vários usuários para geração de dados a serem usados em decisões inteligentes.

O *Módulo de Atendimento* recebe as solicitações de PA, processa e direciona para o atendimento mais adequado, conforme a criticidade - normal ou urgente. Controla também o status de cada solicitação, disponibiliza informações mais detalhadas sobre o PA e as PDIs, através da comunicação entre os serviços dos módulos e as aplicações cliente. Em suma, gerencia todas as informações referentes ao PA.

Caso o PA seja do tipo urgente, é encaminhado diretamente para a respectiva Central da Região que se encontra conforme a sua localização. Caso seja um PA normal, o algoritmo de análise de voluntários irá consultar quais são os voluntários ativos próximo a localização atual da PDI e notificá-los. Para que um PA seja encaminhado para a Central, uma das condições abaixo deve ser satisfeita:

- Número de voluntários: Caso não seja encontrado nenhum voluntário próximo, a partir da localização da PDI.
- Resposta à solicitação: Caso todos os voluntários recusem o PA.
- Tempo limite de resposta: Caso exceda o tempo limite estabelecido pela própria PDI para a resposta de aceite ou recusa de um PA pelos Voluntários.

Um processo acompanha o status dessas condições. Caso ao menos uma delas seja válida, o PA é então encaminhado para a respectiva Central. Esse direcionamento para os atendentes da Central é feito através de um *Escalonador* que implementa um sistema de comunicação indireta de fila de mensagens (*Message Queues*) [16]. A ordem de atendimento dos PAs pela Central é feita considerando primeiramente o tipo - urgente com prioridade maior, seguido da data/hora da solicitação em ordem ascendente, uma analogia ao conceito de filas FIFO.

O *Módulo de Atendimento* encaminha também um PA para um Agente. O processo ocorre mediante a uma solicitação do Atendente através de um serviço disponibilizado nesse módulo.

Por fim, o *Módulo de Obstáculos* mantém e gerencia os registros de obstáculos junto ao modelo. Todas as solicitações de registros são direcionadas para esse módulo, a partir de um serviço, para que os dados sejam consistidos junto ao banco de dados. Toda a vez que ocorrer um registro de obstáculo, os dados são enviados também para o MASC [6] através de um serviço, com o objetivo de informar que naquele ponto há algum problema de acessibilidade para aquele determinado tipo de deficiência da PDI.

Esse módulo fornece ainda uma lista de obstáculos cadastrados para as aplicações cliente. Esses serviços ficam disponíveis também de forma pública para que demais sistemas externos possam consultar esses dados.

#### IV. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

A definição das tecnologias usadas na implementação foi baseada na experiência dos autores, sendo que as mesmas foram aplicadas com sucesso em outros protótipos.

O aplicativo *AccompCare App* foi desenvolvido para dispositivos Android e possui um banco de dados local próprio, SQLite. O *AccompCare Web* é uma aplicação ASP.NET MVC que foi desenvolvida com a plataforma Microsoft .Net Framework 4.5. As ações efetuadas pelas aplicações cliente são comunicadas ao servidor *AC Server*, através de webservices. Para o compartilhamento do vídeo foi utilizado a SDK Twilio para Android e .NET Framework. Para os mapas, foi utilizado a API Google Maps.

O *AC Server* foi desenvolvido com as mesmas tecnologias que foram utilizadas no *AccompCare Web*, e está publicado em uma instância na computação em nuvem. O banco de dados do modelo, chamado de *AC-DB*, é um banco de dados relacional Microsoft SQL Server 2012, e também está hospedado em uma instância na computação em nuvem.

As Figuras 5 à 12 mostram as principais telas do protótipo. O conteúdo exibido nas telas foram gerados a partir dos cenários de testes que são apresentados na próxima seção.

A Figura 5 apresenta a tela inicial de autenticação. É a tela comum para todos os tipos de perfis do modelo. A Figura 6 mostra a tela principal das PDIs (Pessoas com Deficiências e Idosos). Nela podem ser criados pedidos de acompanhamento (PA) normal e urgente, e ainda registrar obstáculo. Ao criar um PA normal e caso tenham voluntários próximos, o usuário é direcionado então para a tela ilustrada na Figura 7, que exibe um texto informando quantos voluntários foram encontrados e a opção de cancelar o pedido, enquanto aguarda a respostas dos voluntários.



Fig. 5. Tela de login.



Fig. 6. Tela inicial das PDIs.



Fig. 7. Voluntário localizado.

O Voluntário recebe uma notificação no seu dispositivo informando sobre o PA. Essa notificação é recebida independentemente do usuário estar com o aplicativo em primeiro plano. Ao pressionar sobre a notificação, é então direcionado para a tela que mostra mais informações do PA, como dados da PDI, um mapa que mostra a localização do PA e do Voluntário, e uma distância aproximada entre eles, conforme mostra a Figura 8. Nela, o usuário pode aceitar ou rejeitar o PA. Caso aceite, a PDI será notificado sobre o mesmo. O Voluntário pode também cancelar o atendimento, mesmo após o aceite.

Após o aceite do Voluntário, a PDI é direcionada para a tela de atendimento, mostrada na Figura 9. Nela o usuário acompanha o deslocamento do Voluntário até o seu encontro e conclui o atendimento, após o Voluntário prestar a ajuda necessária, como pode também cancelar a solicitação. Nesse caso o Voluntário em questão será notificado.

Caso nenhum Voluntário atenda, ou o PA seja urgente, a PDI é então direcionada para a tela de atendimento pela Central (Figura 10).

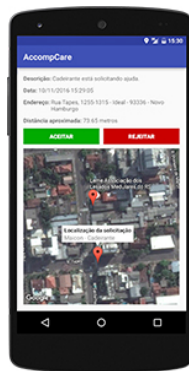


Fig. 8. Notificação do PA ao Voluntário.



Fig. 9. PDI acompanha Voluntário.

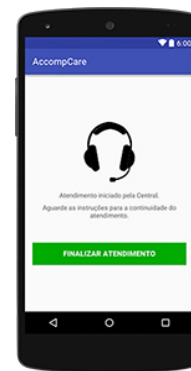


Fig. 10. Direcionamento do PA para a Central.

A Figura 11 apresenta a tela onde o Atendente da Central visualiza mais informações sobre a solicitação, como dados de identificação da PDI, um mapa onde mostra a localização do PA e da PDI, os recursos de acessibilidade e a localização de todos os Agentes próximos. Ao pressionar sobre um Agente no mapa, é possível notificá-lo para atender o PA. O Atendente pode ainda ativar a câmera do dispositivo da PDI, para que inicie o atendimento através de uma conversa e o compartilhamento de vídeo da câmera, conforme a Figura 12.

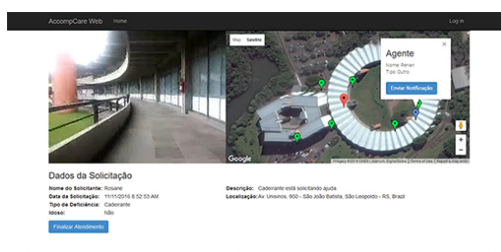


Fig. 11. Tela de atendimento pela Central.



Fig. 12. Câmera da PDI.

As telas do perfil Agente são visualmente idênticas e possuem as mesmas funcionalidades das telas do Voluntário.

#### V. AVALIAÇÃO

A comunidade científica vem usando cenários para validação de sistemas ubíquos [17] e sistemas de acessibilidade ubíqua [5]. Seguindo essa abordagem, foram criados dois cenários que foram executados por um grupo de cadeirantes. A elaboração dos cenários contou com a colaboração direta dos cadeirantes, onde eles identificaram problemas que ocorrem no seu cotidiano, para serem reproduzidos nos cenários.

O Cenário 1 se caracteriza por ser em uma cidade, formada por uma Região Pública onde atua uma Central de atendimento que cobre toda a cidade. A execução desse cenário foi realizada por 3 cadeirantes. Já o Cenário 2 se caracteriza por ser um cenário formado por uma Região Privada, onde atua uma Central de atendimento própria. A execução desse cenário foi realizada por 2 cadeirantes.

#### A. Cenário 1

“Um cadeirante está se deslocando por uma região da cidade que não conhece muito bem, principalmente quando se refere a locais acessíveis, pois está se deslocando pela primeira vez nessa região. Ao chegar em um cruzamento de duas vias movimentadas, ele se depara com a faixa de pedestres que não possui nenhum tipo de acesso para cadeirantes. Além do alto nível da calçada em relação a faixa de pedestres, há um buraco no acesso a faixa e que está com um buraco de tamanho considerável (Figura 13), dificultando o acesso até mesmo para uma pessoa sem qualquer tipo de deficiência de locomoção, o que torna inviável que o cadeirante atravesse a via sozinho, sem ajuda. Esse cadeirante é usuário do AccompCare. Ele se autentica no aplicativo com suas credenciais de acesso (Figura 5) e cria um PA. Adriana é uma voluntária e está ativa no aplicativo AccompCare App. Como Adriana está próxima a localização do cadeirante, ela é notificada sobre o PA. Ao visualizar os detalhes da solicitação (Figura 8), percebe que está bem próxima ao ocorrido e aceita ajudar. Ela então se desloca até o local, enquanto que o cadeirante ao ser notificado do aceite de sua solicitação, acompanha no mapa o deslocamento de Adriana até encontrá-lo (Figura 9). Adriana encontra o cadeirante e o ajuda a superar o problema e a atravessar a via (Figura 14). O cadeirante pergunta à Adriana se ela pode o acompanhar até o ponto de ônibus mais perto, onde passam ônibus acessíveis para deficientes físicos. Adriana não pode acompanhá-lo nesse momento. O cadeirante então conclui o atendimento prestado e logo em seguida cria uma nova solicitação para que alguém o acompanhe até o ponto de ônibus. Nenhum voluntário próximo é localizado, e então a solicitação é encaminhada para a Central de atendimento. O cadeirante explica a situação para o atendente da Central. O atendente possui informações de qual o caminho mais adequado para esse cadeirante e irá guiá-lo até o ponto de ônibus, através de comando de voz e compartilhamento da câmera do dispositivo do usuário. Ao chegar no ponto de ônibus (Figura 15), o cadeirante conclui então o atendimento.”.



Fig. 13. Obstrução que originou o PA.



Fig. 14. Auxílio a PDI.



Fig. 15. Atendimento pela Central.

#### B. Cenário 2

“Um cadeirante está participando de um congresso que está sendo realizado junto à Biblioteca da Unisinos. Uma

outra atividade do congresso está marcada para acontecer junto ao anfiteatro da universidade. O cadeirante ao sair da biblioteca para ir em direção ao anfiteatro se depara com uma escada que não é acessível por ele (Figura 16). A Unisinos possui recursos de acessibilidade por todo o campus, porém, o cadeirante por não ter conhecimento dos locais acessíveis, acabou não escolhendo o caminho mais adequado. Como não há ninguém visivelmente por perto para lhe ajudar, e pela desorientação de sua localização, o cadeirante que é um usuário do AccompCare, se autentica no aplicativo e cria um PA. A Unisinos por ser uma entidade, optou por ter a sua própria estrutura de atendimento e suporte para acessibilidade junto ao AccompCare, sendo uma região privada, de atuação de sua própria Central. Dessa forma, somente os Voluntários e Agentes que também estão dentro da Região da Unisinos poderão ser notificados. Um Voluntário é encontrado, porém o mesmo rejeita o pedido pois não pode prestar o atendimento naquele momento. O atendimento é direcionado então para a Central da Unisinos (Figura 10). O atendente identifica qual a localização da PDI na Unisinos (Figura 11), solicita para o mesmo compartilhar a câmera do seu dispositivo (Figura 12) para que possa o guiar até um local acessível mais próximo. Enquanto que o Atendente vai guiando a PDI, ele verifica no mapa que o Agente Renan está próximo. O Atendente aciona então o Agente Renan, que é funcionário da Unisinos e usuário do aplicativo AccompCare App, para ir ao encontro da PDI para prestar um melhor atendimento. Renan recebe a notificação do encaminhamento da solicitação, aceita o pedido, e segue ao encontro da PDI, guiando-se através do mapa que exibe a localização do cadeirante. A PDI por sua vez, é informada que o Agente Renan está se deslocando até o seu encontro e acompanha também a distância que ele se encontra através do mapa do aplicativo. Renan ao se encontrar com o cadeirante, o acompanha pelo melhor caminho (Figura 17). Após o cadeirante conclui o atendimento.”.



Fig. 16. PDI ao se deparar com o obstáculo.



Fig. 17. Agente guiando a PDI pelo campus.

## VI. RESULTADOS

Ao término dos testes, foi solicitado que os cadeirantes preenchessem uma pesquisa com um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) [18] [19].

O questionário inicia com questões sobre informações do usuário, como faixa etária, sexo, nível de escolaridade e nível de conhecimento/experiência em informática e uso de recursos tecnológicos, para conhecer melhor o perfil do usuário.

Em seguida vem a pesquisa que foi elaborada com 10 afirmações conforme a Tabela II. As questões de 1 a 5 referem-se à facilidade percebida no uso e as questões de 6 a 10

estão relacionadas à utilidade percebida durante o uso. Para cada afirmação, o cadeirante poderia responder com "Concordo Totalmente", "Concordo", "Indiferente", "Discordo" e "Discordo Totalmente". Para todos os itens do questionário disponibilizou-se um espaço para comentários. Ao final um espaço de preenchimento livre também foi disponibilizado para críticas, sugestões e elogios de forma geral.

TABELA II  
QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MODELO

Item	Afirmação
1	O aplicativo AccompCare é de fácil compreensão.
2	Não haveria dificuldade em me tornar um usuário hábil no uso do aplicativo AccompCare.
3	As informações sobre a solicitação de acompanhamento são apresentadas de forma clara e objetiva, permitindo a compreensão.
4	Não é necessário esforço significativo para utilizar as funcionalidades oferecidas pelo AccompCare.
5	Não é necessária experiência significativa no uso de recursos tecnológicos para utilizar os recursos oferecidos pelo modelo AccompCare.
6	Os atendimentos recebidos de forma presencial, seja pelo Voluntário ou pelo Agente, e de forma remota pela central de atendimento, foram eficientes para atender a minha solicitação, solucionando a minha necessidade.
7	O uso do compartilhamento de vídeo e áudio do dispositivo móvel com a central de atendimento foi relevante para o processo de atendimento.
8	O uso do AccompCare aumenta a acessibilidade e promove a inclusão social.
9	O AccompCare ajudou a superar a dificuldade de locomoção, a qual originou a solicitação de acompanhamento.
10	O AccompCare seria útil para apoiar a acessibilidade das pessoas com dificuldade de locomoção em suas atividades cotidianas.

Quanto aos dados obtidos com relação aos perfis dos usuários, constata-se que referente a faixa etária, conforme o gráfico da Figura 18, participaram dos testes cadeirantes que possuem até 39 anos, sendo a faixa de 30 à 39 anos a que teve maior percentual de participação, chegando à 60%. As demais faixas etárias registradas foram de até 18 anos e de 18 até 29 anos, ambos com 20% de participação.

Com relação ao sexo dos participantes, foram 60% feminino e 40% masculino, havendo um equilíbrio com relação à quantidade de cadeirantes de sexos opostos, como mostra o gráfico da Figura 19.

Já com relação ao nível de escolaridade, visualizado no gráfico da Figura 20, houve uma disparidade maior, considerando uma possível associação com a facilidade de compreensão devido ao nível de instrução. Houveram dois tipos de perfil: que possuem o ensino médio incompleto (40%) e que possuem o ensino superior incompleto (60%).

Por fim, quanto ao conhecimento ou experiência do usuário em informática ou com o uso de recursos tecnológicos, como ilustra o gráfico da Figura 21, os resultados variaram entre Bom (40%) e Ótimo (60%), dessa forma considera-se que os cadeirantes possuem boa familiaridade com a tecnologia.

Visualiza-se no gráfico da Figura 22 a avaliação dos cadeirantes quanto à facilidade percebida de uso. Observa-se

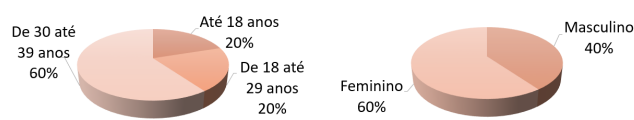


Fig. 18. Faixa etária.

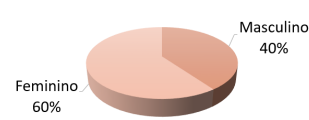


Fig. 19. Sexo.



Fig. 20. Nível de escolaridade.



Fig. 21. Conhecimento em informática.

que nesse aspecto o modelo foi avaliado positivamente pela maioria dos usuários, 92%, considerando que 72% responderam a opção que concordam totalmente e 20% dos usuários informaram que concordam. Apenas 4% foram indiferentes e outros 4% discordam. A questão que gerou como resultado a opção discordo, está relacionada com a experiência de informática necessária para o uso dos recursos oferecidos pelo AccompCare. Segundo o avaliador, o usuário sim, deve ter experiência significativa. Por outro lado, não houve nenhuma resposta discordo totalmente, o que mostra que há uma facilidade percebida no uso.

A avaliação quanto à utilidade percebida pode ser visualizada no gráfico da Figura 23. Nele pode-se verificar que 72% dos cadeirantes responderam que concordam totalmente e outros 28% concordam quanto à utilidade do AccompCare. Ou seja, o modelo foi avaliado positivamente por 100% dos cadeirantes. Um dos relatos dos usuários com relação a utilidade do modelo foi: "Gostei muita da ideia desse aplicativo, será de muita importância para os cadeirantes", o que evidencia o resultado obtido.

Quanto ao campo livre do questionário para críticas, sugestões e elogios, destaca-se a sugestão de um dos cadeirantes de utilizar alguns dos recursos do aplicativo na forma *offline*, como por exemplo os mapas.

Outra observação feita por um dos cadeirantes foi quanto a uma possível perda de sinal de internet durante o funcionamento do aplicativo. Quanto a esse quesito, o AccompCare depende diretamente de um sinal de internet para funcionar. Porém, como o modelo é proposto em um cenário de cidade inteligente, possuir sinal de internet é um pré-requisito para esse tipo de paradigma de cidade.

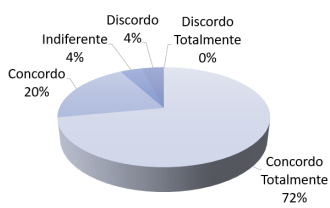


Fig. 22. Facilidade percebida de uso.

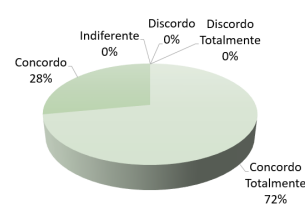


Fig. 23. Utilidade percebida.

A verificação da consistência do questionário foi baseada em uma correspondência para a escala de valores entre 1 e



5, onde os extremos correspondiam a “Discordo totalmente” e “Concordo totalmente”, respectivamente. Como todos os avaliadores escolheram a opção “Concordo totalmente” no item 6, este foi removido da escala final. A escala analisada contém, portanto, 5 casos e 9 itens.

Considerando o cenário da aplicação do questionário e principalmente o tamanho da amostra ( $n = 5$ ), a consistência interna foi verificada utilizando as medidas de confiabilidade propostas por Guttman [20].

Dentre as suas medidas o  $\lambda_4$  oferece o limite inferior máximo para a confiabilidade, fornecendo uma estimativa precisa e consistente da confiabilidade em diversas condições [21]. A aplicação ao questionário gerou um resultado  $\lambda_4 = 0,559$ . Esta estatística informa que aproximadamente 56% da variação do teste pode ser atribuída aos itens, enquanto 44% pode ser atribuída a erro.

Os itens apresentam confiabilidade satisfatória, entretanto, os resultados são inconclusivos, principalmente pelo tamanho da amostra. Nesse sentido, torna-se relevante a ampliação do número de avaliadores, buscando resultados mais conclusivos.

## VII. CONCLUSÃO

Baseado nos estudos dos trabalhos relacionados ao tema, notou-se a oportunidade de desenvolvimento de um modelo para oferecer suporte à acessibilidade para PDIs durante seu deslocamento, tendo o potencial de atingir um público significativo, através de um aplicativo instalado em dispositivos móveis. Junto à isso, a possibilidade de interagir com pessoas próximas, através de recursos tecnológicos, de uma forma dinâmica, simplificada e espontânea, também é outro diferencial em relação ao estado da arte atual.

Para comprovar a utilidade do modelo, foram feitos cenários com cadeirantes usando o protótipo. Com base nos resultados da pesquisa de aceitação, pode-se concluir que houve uma aceitação quanto a ideia e o conceito do trabalho. Os resultados praticamente unânimes mostram que a solução possui utilidade, possibilitando que a tecnologia melhore a experiência de deslocamento de PDIs.

A principal contribuição é a especificação de um modelo que promove a acessibilidade ubíqua através de pedidos de ajuda, que são escalonados inicialmente por estratégias de localização de colaboradores próximos a uma ocorrência e pela cobertura de atendimento através de centrais de atendimento distribuídas em regiões geográficas, interagindo com recursos tecnológicos. Como contribuição social pode-se salientar o desenvolvimento de um novo recurso de acessibilidade e a inclusão social, além de disponibilizar às PDIs uma formalização para o pedido de auxílio durante seu deslocamento.

A utilização do modelo para deficientes visuais é promissora, especialmente pelo recurso de compartilhamento do vídeo da câmera do dispositivo, onde a pessoa é guiada seguindo a orientação de uma pessoa remotamente. Desenvolver um trabalho futuro voltado para deficientes visuais com esse recurso é uma possibilidade relevante.

Outro trabalho importante é cruzar os dados de atendimento realizados pelo AccomCare com dados de fluxo de deslocamento de PcDs gerados pelo MASC [6], para oferecer *report*

de acessibilidade para gestores das cidades, com o objetivo identificar possíveis melhorias nos recursos de acessibilidade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), 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.

## REFERÊNCIAS

- [1] M. Weiser, “The computer for the 21st century,” Master’s thesis, New York, 1991.
- [2] V. L. Pereira, “Um estudo abordando infraestrutura e serviços de smart cities,” Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- [3] F. P. A. Leite, “Direito ao acesso ao meio físico da cidade,” *Âmbito Jurídico*, vol. 14, no. 94, Nov. 2011.
- [4] D. T. Pupo, A. M. Melo, and S. P. Ferrés, *Acessibilidade: Discurso e prática no cotidiano das bibliotecas*. Campinas: Unicamp, 2006.
- [5] J. Tavares, J. L. V. Barbosa, C. A. da Costa, and R. A. Real, “Hefestos: an intelligent system applied to ubiquitous accessibility,” *Universal Access In The Information Society*, pp. 1–19, Nov. 2016.
- [6] M. J. Telles, J. L. V. Barbosa, and R. R. Righi, “Um modelo computacional para cidades inteligentes assistivas,” *iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, vol. 10, pp. 52–79, 2017.
- [7] C. Doukas, V. Metsis, E. Becker, Z. Le, F. Makedon, and I. Maglogiannis, “Digital cities of the future: Extending @home assistive technologies for the elderly and the disabled,” *Elsevier*, vol. 28, no. 3, pp. 176–190, 2011.
- [8] P. Baranski, M. Polanczyk, and P. Strumillo, “A remote guidance system for the blind,” *E-health Networking Applications And Services (healthcom)*, pp. 386–390, Jul. 2010.
- [9] C. Schlieder, U. Schmid, M. Munz, and K. Stein, “Assistive technology to support the mobility of senior citizens: Overcoming mobility barriers and establishing mobility chains by social collaboration,” *Ki - Künstliche Intelligenz*, pp. 247–253, 2013.
- [10] J. A. Vergara, Y. M. Ramírez, and J. E. Camargo, “A pervasive and ubiquitous mobile health application for tracking people with disabilities,” *IEEE*, pp. 206–213, 2015.
- [11] F. Ferreira, F. Dias, J. Braz, R. Santos, R. Nascimento, C. Ferreira, and R. Martinho, “Protege: A mobile health application for the elder-caregiver monitoring paradigm,” *Procedia Technology*, pp. 1361–1371, 2013.
- [12] J. L. V. Barbosa, R. M. Hahn, D. N. F. Barbosa, and A. I. da C. Z. Saccol, “A ubiquitous learning model focused on learner interaction,” *International Journal Of Learning Technology*, pp. 62–83, 2011.
- [13] L. K. Franco, J. H. Rosa, J. L. V. Barbosa, C. A. Costa, and A. C. Yamin, “Mucs: A model for ubiquitous commerce support,” *Electronic Commerce Research And Applications*, pp. 237–246, 2011.
- [14] A. K. Dey, G. Abowd, and D. Salber, “A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications,” *Human-Computer Interaction*, vol. 16, no. 2, pp. 97–166, 2001.
- [15] J. M. Silva, J. H. Rosa, J. L. V. Barbosa, D. N. F. Barbosa, and L. A. M. Palazzo, “Content distribution in trail-aware environments,” *Journal of the Brazilian Computer Science*, vol. 16, no. 3, pp. 163–176, 2010.
- [16] G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, and G. Blair, *Sistemas Distribuídos - Conceitos e Projeto*, 5th ed. Bookman Editora, 2013.
- [17] M. Satyanarayanan, “Pervasive computing: vision and challenges,” *IEEE Personal Communications*, vol. 8, no. 4, pp. 10–17, 2001.
- [18] F. Davis, “Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology,” *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319–340, 1989.
- [19] N. Marangunic and A. Granic, “Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013,” *Universal Access in the Information Society*, vol. 14, no. 1, pp. 81–95, 2015.
- [20] L. Guttman, “A basis for analyzing test-retest reliability,” *Psychometrika*, vol. 10, pp. 255–282, 1945.
- [21] H. G. Osburn, “Coefficient alpha and related internal consistency reliability coefficients,” *Psychological Methods*, vol. 5, no. 2, pp. 343–355, 2000.



**Cleiton Zummach** é bacharel em ciência da computação graduado pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Atualmente é desenvolvedor sênior, onde atua no mercado de trabalho desde o ano de 2005.



**Jorge Luis Victória Barbosa** concluiu mestrado e doutorado em ciência da computação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é professor titular no programa interdisciplinar de pós-graduação em computação aplicada (PIPCA) na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) e atua como bolsista de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora (bolsa DT — atualmente no Nível 1C) do CNPq.



**Marcelo Josué Telles** é mestre em computação aplicada (Unisinos). Especialista em Informática na Educação pelo Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED/UFRGS). Licenciado em Computação (Feevale). Leciona em cursos técnicos as disciplinas Lógica de Programação, Programação Desktop e Web, Banco de Dados, Eletrônica e Robótica. Trabalha com desenvolvimento de soluções com API Google Maps e Web Services RESTful. Também trabalhou com desenvolvimento de softwares de gestão.



**Renan Belarmino Scherer dos Santos** é técnico em Eletrônica Industrial pelo SENAI - Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Cursa Engenharia da Computação na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), onde atua como bolsista PIBITI-CNPq.