

# HELIX: Uma Abordagem para Acessibilidade às Pessoas com Deficiência Visual através da Internet Social das Coisas

Cleiton da G. Garcia<sup>1</sup>, Patrick Fernandes<sup>1</sup>, Patricia Davet<sup>1</sup>, João Lopes<sup>2</sup>, Adenauer Yamin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Politécnico – Universidade Católica de Pelotas (UCPEL)

<sup>2</sup>Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSUL)

{cleiton.garcia, patrick.fernandes, patricia.davet, adenauer}@ucpel.edu.br;

{joaolopes}@cavg.ifsul.edu.br

**Abstract.** *This article has as its main contribution the proposed approach, called HELIX, to provide accessibility to the visually impaired through the use of concepts of Social Internet of Things in Indoor and Outdoor environments. The functional architecture of the HELIX approach is integrated into the subsystem of adaptation and context recognition middleware EXEHDA, which provides support for the acquisition, storage and processing of context information used by the mobile HELIX applications. The HELIX prototyping is at an early stage and were evaluated by Technology Acceptance Model. The results obtained from the evaluation were promising.*

## 1. Introdução

No Brasil existem 45,6 milhões de Pessoas com Deficiência (PCD), ou seja, 23,9% do total da população, segundo dados mensurados no censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)<sup>1</sup>. Este censo mostra ainda que a deficiência visual foi a que apresentou a maior ocorrência, afetando 18,60% dos entrevistados, isto é, 35,7 milhões de pessoas afirmaram ter dificuldades para enxergar, mesmo que com o auxílio de facilitadores como óculos e lentes de contato.

Estas pessoas com a redução ou perda da capacidade para a realização de tarefas visuais como ler, reconhecer objetos e rostos enfrentam inúmeras dificuldades no dia-a-dia devido a falta de recursos para acessibilidade, necessitando de suporte para que possam efetivamente exercer a cidadania plena [Silva et al. 2010].

Considerando este cenário, vem sendo concebida a proposta apresentada neste artigo, a qual tem por objetivo central apoiar a acessibilidade de PCDVs (Pessoas com Deficiência Visual) total ou parcial, contribuindo com a inclusão social destas pessoas, promovendo uma maior independência e aumento da qualidade de vida das mesmas. Para tanto, esta proposta, denominada HELIX, integra recursos de hardware, firmware e software, explorando a ciência de contexto na UbiComp (Computação Ubíqua), para constituir uma rede social de Internet das Coisas ( *Social Internet of Things* - SIoT). A abordagem HELIX está integrada ao Subsistema de Adaptação e Reconhecimento de Contexto do middleware EXEHDA [Lopes et al. 2014]. O EXEHDA é um middleware para UbiComp que dentre outras funcionalidades provê suporte para a aquisição, armazenamento

<sup>1</sup><http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br>

e processamento das informações de contexto necessárias às diferentes funcionalidades providas pelo HELIX.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta os trabalhos relacionados, por sua vez, o modelo proposto para o HELIX, os seus assistentes móveis, o seu servidor e funcionalidades são apresentados na seção 3. A seção 4 contempla a prototipação e a avaliação realizada. Por fim, na seção 5 são feitas as considerações finais referentes ao trabalho.

## **2. Trabalhos Relacionados**

Nesta seção estão contemplados alguns dos principais trabalhos relacionados pesquisados. O critério de seleção foi sua proximidade com os objetivos perseguidos pelo HELIX no que tange a acessibilidade para PCDVs utilizando tecnologias assistivas de UbiComp.

O PocketNavigator é um aplicativo para smartphone para ser utilizado em ambientes Outdoor que se propõe a orientar os seus usuários por meio de diferentes padrões de vibração do aparelho, informando o caminho a ser seguido, até o local de destino pré-selecionado. Assim, o usuário pode dispensar a necessidade de interação constante com a tela do dispositivo, podendo até mesmo deixá-lo no bolso [Pielot et al. 2010]. O aplicativo utiliza a mesma estrutura de mapas da empresa Google para a navegação. É possível utilizar a navegação mesmo sem rede, porém é necessário fazer o download do mapa da região desejada.

O Tirésias propõe um modelo de suporte à acessibilidade que utiliza a UbiComp para o gerenciamento de recursos para acessibilidade Indoor e Outdoor [Falk et al. 2013]. Este é constituído por três módulos (entrada, saída e configuração) e um assistente pessoal (APP). O projeto considerou recursos reais de mapeamentos do ambiente, onde pontos considerados relevantes para as PCDVs foram associados a coordenadas GPS (do inglês, *Global Positioning System*). O aplicativo torna possível o usuário escolher o seu destino em uma lista de opções pré-definidas e após o usuário recebe o suporte com informações relevantes por meio audível.

O SmartVision foi idealizado para funcionar em ambientes Indoor e Outdoor, recorrendo a diversas tecnologias de apoio. Dentre estas tecnologias, destaca-se a localização híbrida que permite aferir a posição do utilizador em interiores e exteriores de edifícios de modo redundante, assegurando a localização em qualquer instante [Teixeira 2010]. A proposta da solução SmartVision utiliza para a navegação de PCDVs em ambiente Outdoor tecnologias GPS e em ambientes Indoor utiliza-se de etiquetas com tecnologia RFID - (*Radio Frequency Identification*) e redes WI-FI.

## **3. HELIX: Abordagem Proposta**

A abordagem HELIX considera as premissas da área de tecnologia assistiva, sendo sua questão central atender às necessidades dos usuários tendo como pressupostos potencializar a autonomia e minimizar esforços de configuração, promovendo uma operação o mais transparente possível para as PCDVs. Para tanto, a abordagem HELIX explora a sinergia da ciência de contexto na UbiComp com recursos da computação móvel, disponibilizando de uma infraestrutura de Internet Social das Coisas, na qual os objetos inteligentes da IoT podem interoperar.

Na SIoT o relacionamento social entre os objetos pode acontecer sem a intervenção humana. Deste modo, em uma rede social, um objeto com funcionalidades de servidor pode ser responsável por inferir situações em outros objetos, e articular relações, empregando mecanismos de ciência de contexto [Leal et al. 2013].

Uma rede social de Internet das Coisas dentre as suas premissas considera que devem ser mantidos separados os níveis de "pessoas" e "coisas", permitindo que objetos tenham suas próprias interações e os seres humanos especifiquem regras tanto para proteger sua privacidade, como para acessar os resultados das interações autônomas entre os objetos [Atzori et al. 2012]. Considerando as premissas da SIoT e os objetivos do trabalho, foram concebidas as funcionalidades a serem contempladas na abordagem HELIX, descritas na próxima seção.

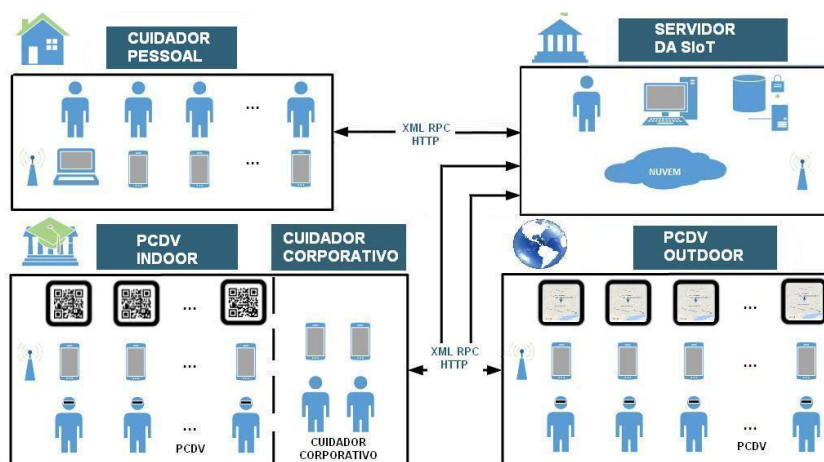
### 3.1. Visão Geral das Funcionalidades

Uma visão geral da abordagem HELIX está disponível na figura 1 e seus atores tem as seguintes características:

- **Cuidador Pessoal:** indivíduo responsável por prover auxílio à PCDVs, pode ser um indivíduo familiar ou até mesmo um profissional contratado que fique disponível para atender as diferentes notificações do HELIX referente às PCDVs. Uma mesma PCDV poderá ter diferentes cuidadores pessoais cadastrados os quais serão acionados em sequência cuja ordem deverá ser previamente definida.
- **Cuidador Corporativo:** indivíduo responsável pela zeladoria, auxílio e segurança de pessoas em ambientes corporativos. O qual também irá atender às notificações do HELIX referentes às PCDVs na sua área de cobertura empresarial.
- **PCDV Indoor:** pessoa com deficiência visual que está ativa em ambientes internos, a qual irá realizar a leitura de QR-Codes enquanto mecanismo de localização. Alguns QR-Codes localizados em posições estratégicas, de conteúdo fixo ou dinâmico (provido por Totens), também poderão ser empregados para disponibilização de informações especializadas.
- **PCDV Outdoor:** pessoa com deficiência visual atuando em ambientes externos, para a qual o HELIX irá em períodos de tempo previamente cadastrados informar automaticamente a localização da PCDV.
- **Servidor da SIoT:** servidor capaz de executar as atividades de reconhecimento de contexto e prover suporte à operação da SIoT.

As PCDVs e seus cuidadores deverão utilizar um Smartphone com recurso de GPS no qual os aplicativos móveis do HELIX serão instalados.

As funcionalidade do HELIX exploram os recursos do Subsistema de Adaptação e Reconhecimento de Contexto do middleware EXEHDA [Lopes et al. 2014]. Este subsistema é responsável pela coleta, armazenamento e processamento dos dados de contexto, provendo ciência de contexto. Para tanto, possui dois tipos de servidores: (i) Servidor de Borda, responsável por interagir com ambiente através de sensores e atuadores, realizando a coleta dos dados de contexto, bem como a execução de regras de contingência (prioritárias) e o armazenamento temporário das informações contextuais coletadas, em caso de falha de comunicação; e (ii) Servidor de Contexto, responsável por prover o armazenamento e o processamento dos dados contextuais, integrando informações históricos e aquelas provenientes de diferentes Servidores de Borda distribuídos no ambiente ubíquo.



**Figura 1. HELIX: Visão geral das funcionalidades. Fonte: Autor.**

Estes servidores são alocados em células do ambiente ubíquo gerenciado pelo EXEHDA, onde cada célula possui um único Servidor de Contexto e pode possuir vários Servidores de Borda (vide figura 2).

Na continuidade serão caracterizadas as funcionalidades dos Assistentes Móveis empregados pelos atores do HELIX, os quais são constituídos por Servidores de Borda do EXEHDA.

### 3.1.1. Assistente Móvel de Acessibilidade (AMA)

O Assistente Móvel de Acessibilidade (AMA) é o aplicativo instalado no smartphone que fica de posse da PCDV. Ele é responsável por prestar suporte diretamente na obtenção das informações contextuais relevantes a localização do usuário e também prestar auxílio, caso o usuário se encontre perdido ou tenha alguma eventual emergência. Como o AMA é utilizado por PCDVs, não é possível utilizar a tela como forma de retorno sobre as ações executadas. Porém, através da memorização, pessoas com experiência podem ativar funcionalidades de aplicativos com tela sensível ao toque sem a necessidade de olhar para o dispositivo.

Apesar da possibilidade da memorização dos recursos oferecidos por uma interface, com o sentido de qualificar a relação com o seu usuário PCDV, o AMA utiliza um processo de leitura audível de sua interface.

São duas as possibilidades de localização da PCDV, a primeira delas acontece Indoor, sendo baseada na leitura de QR-Codes localizados em portas, elevadores, totens, balcões de atendimento, etc. Para esta leitura, foi utilizado o app QR Droid Code Scanner<sup>2</sup>, o qual permite a leitura de QR Codes com diversos tamanhos, ângulos e diferentes níveis de iluminação, tornando possível o uso desta tecnologia pelos PCDVs. O local

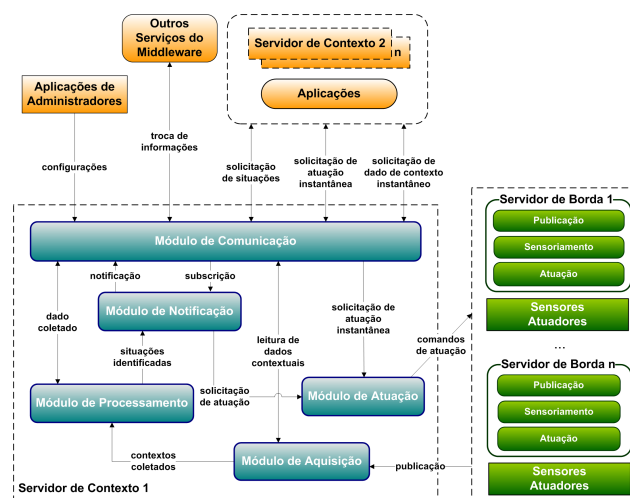
---

<sup>2</sup>[https://play.google.com/store/apps/details?id=la.droid.qr&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=la.droid.qr&hl=pt_BR)

onde se encontra a etiqueta é identificado pelo PCDV através de pavimento com piso tátil. Além de transmitir ao deficiente a informação sobre a sala ou ambiente em que ele se encontra, o aplicativo também envia a localização do deficiente ao servidor da SIoT do HELIX.

A outra possibilidade de localização ocorre Outdoor, na qual é utilizado o mecanismo de GPS do smartphone para auxiliar tanto a PCDV na sua rota como também na busca de locais previamente cadastrados como pontos de apoio à PCDVs (farmácias, postos de gasolina, lojas, etc.), além disso o aplicativo também informa periodicamente ao servidor da SIoT a localização do deficiente, tornando possível gerar alertas de segurança à PCDV e ao seu cuidador toda vez que a mesma se afastar de pontos de referência previamente cadastrados.

O retorno audível empregado pelo AMA utiliza a mesma linguagem padrão selecionada nas configurações de idioma do smartphone, portanto, se o usuário trocar a linguagem nativa do seu smartphone, a linguagem audível do AMA também mudará automaticamente. Essa característica potencializa a internacionalidade da solução. O AMA também dispõe de um botão de emergência (*panic button*), o qual uma vez acionado envia ao servidor da SIoT do HELIX uma solicitação de ajuda associada a posição atual do PCDV capturada do GPS.



**Figura 2. Subsistema de Reconhecimento de Contexto e Adaptação do EXEHDA.**  
Fonte: [Lopes et al. 2014].

### 3.1.2. Monitor Móvel de Acessibilidade (MMA)

O MMA - Monitor Móvel de Acessibilidade, é o aplicativo instalado no smartphone que fica de posse pelo responsável da PCDV, sendo facultado que um deficiente visual possa ter mais de um responsável. O objetivo do MMA é informar ao responsável pela pessoa deficiente todos os eventos que acontecem no AMA da PCDV, assim, promovendo um acompanhamento da mesma. Esses eventos chegam ao usuário do MMA por meio de

notificações enviadas pelo Servidor da SIoT do HELIX. O responsável pela PCDV terá disponível, desde que previamente acordado, um histórico do local, data e horário de onde o deficiente se deslocou. Quando da notificação de uma emergência pela PCDV, o usuário do MMA receberá junto com a solicitação de ajuda, uma imagem contendo a posição via GPS da PCDV.

### 3.1.3. Monitor Móvel Empresarial (MME)

O MME - Monitor Móvel Empresarial, é um aplicativo corporativo instalado no smartphone de posse de um responsável por prestar suporte in-loco aos usuários dos AMAs dentro da área de cobertura do HELIX, que necessitem de ajuda. Por exemplo universidades, metrô, estádios, aeroportos, etc. Ao receber a solicitação de ajuda, o MME executa uma rotina de alerta visual e sonoro, no qual, ao ser confirmado pelo seu usuário, mostrará a localização e as informações de nome e número do telefone da PCDV que necessita de ajuda, assim, o usuário do MME poderá atender a necessidade do deficiente da forma mais rápida e eficiente possível.

### 3.1.4. Servidor do HELIX

As funcionalidades de SIoT do servidor do HELIX são providas por regras que executam no Módulo de Processamento do Servidor de Contexto do EXEHDA (vide figura 2). Estas regras exploram a técnica de árvore de decisão para determinar as prioridades de atendimento das solicitações dos assistentes móveis tanto na operação indoor quanto na operação outdoor, a fim de gerenciar os alertas e a busca pelo cuidador mais próximo, bem como pontos de interesse e apoio previamente cadastrados [Han and Kamber 2006].

## 4. Prototipação e Avaliação de Usabilidade

Na atual fase do HELIX, foi implementada uma versão de avaliação da proposta, o qual foi prototipada empregando as seguintes tecnologias:

- Smartphones Android, nos quais foram desenvolvidos os Assistentes Móveis;
- Ferramenta Android Studio para desenvolvimento do software dos Assistentes Móveis<sup>3</sup>
- Protocolo XML-RPC para as comunicações entre os Assistentes Móveis e o Servidor Helix<sup>4</sup>
- Linguagem Python para programação das funcionalidades SIoT do servidor HELIX foram programadas<sup>5</sup>

Na figura 3 é possível visualizar algumas telas dos aplicativos do HELIX, onde, em a) temos a tela do AMA; em b) a tela do MMA e em c) a tela do MME.

Para avaliação da fase atual do HELIX foi utilizado o Technology Acceptance Model (TAM), modelo proposto por [Davis et al. 1989]. É importante destacar que esse é um estudo não exaustivo, servindo assim, para avançar na pesquisa no que diz respeito a aceitação tecnológica da proposta. Para tanto, foram elaboradas as seguintes questões:

---

<sup>3</sup><https://www.android.com>

<sup>4</sup><http://xmlrpc.scripting.com/>

<sup>5</sup><https://www.python.org/>



Figura 3. Telas dos aplicativos do HELIX. Fonte: Autor.

Tabela 1. Resultados da Avaliação de Aceitação

Questões	Discordo plenamente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo plenamente
Questão 1	0,00%	0,00%	0,00%	46,15%	53,85%
Questão 2	0,00%	0,00%	11,54%	19,23%	69,23%
Questão 3	0,00%	0,00%	0,00%	15,38%	84,62%
Questão 4	0,00%	0,00%	7,69%	42,31%	50,00%
Questão 5	0,00%	7,69%	7,69%	0,00%	84,62%

- Questão 1: Você encontrou facilidade no uso dos Aplicativos Móveis do HELIX?
- Questão 2: Os recursos do HELIX foram úteis para prover acessibilidade às PCDVs?
- Questão 3: Você acredita que o "Panic Button" é um importante diferencial do HELIX para prover segurança para as PCDVs?
- Questão 4: Você acredita que o histórico de localização das PCDVs e o envio de alertas é uma funcionalidade efetivamente útil para os cuidadores?
- Questão 5: Você recomendaria o uso do HELIX para PCDVs?

Nesta avaliação, foi aplicado o questionário à 26 pessoas não deficientes envolvidas com o Núcleo de Acessibilidade da Universidade Católica de Pelotas, considerando os seguintes níveis de afirmação na escala de Likert: Discordo plenamente; Discordo parcialmente; Indiferente; Concordo parcialmente; Concordo plenamente. As respostas obtidas com a aplicação do questionário são apresentadas na tabela 1 e mostram-se promissoras.

## 5. Considerações Finais

O trabalho desenvolvido até o momento vem apontando para a viabilidade de prover Acessibilidade às pessoas com deficiência visual por meio de SIoT. Nos trabalhos relacionados, o que foi possível ver até agora é que existe uma preocupação de prover acessibilidade para pessoas com algum tipo de deficiência utilizando-se da Computação Ubíqua, porém observa-se que os mesmos não utilizam conceitos modernos como a SIoT, além disso o

HELIX é o único modelo que utiliza etiquetas QR-Code, a qual pode ser lida por qualquer Smartphone com câmera integrada o que apresenta uma vantagem pelo fato de não necessitar de hardware específico.

Como trabalhos futuros identifica-se as seguintes frentes de atividades:

- Submeter o HELIX a um Comitê de Ética a fim de realizar testes com humanos PCDVs e assim poder caracterizar uma pesquisa clínica;
- Revisar a concepção dos Assistentes Móveis para que se tornem compatíveis com os diversos modelos e versões de dispositivos móveis;
- Inclusão de um retorno audível após o usuário do AMA pressionar o botão de "Panic Button", para o mesmo seja informado que sua solicitação de emergência chegou ao seu responsável;
- Trabalhar na escalabilidade do projeto para que o mesmo possa se comunicar com a central de atendimento provendo mais uma característica de SIoT às PCDVs;
- Revisar os aspectos de segurança do HELIX com a perspectiva de garantir a privacidade dos usuários.

## Referências

- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G., and Nitti, M. (2012). The social internet of things (siot)—when social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization. *Computer Networks*, 56(16):3594–3608.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., and Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8):982–1003.
- Falk, R. A., Tavares, J. E. d. R., and Barbosa, J. L. V. (2013). Tirésias: um modelo para acessibilidade ubíqua orientado à deficiência visual. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 5(1):55–70.
- Han, J. and Kamber, M. (2006). *Data Mining : Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Leal, A. G., Santos, A. S. d., Noda, M. K., and Rodrigues, L. C. d. S. (2013). Internet social das coisas como agente agregador nas cidades inteligentes no brasil e no mundo. *III Congresso Internacional do Conhecimento e Inovação, CIKI, 2013, Porto Alegre*, pages 974–986.
- Lopes, J. L., de Souza, R. S., Geyer, C. F. R., da Costa, C. A., Barbosa, J. L., Pernas, A. M., and Yamin, A. C. (2014). A middleware architecture for dynamic adaptation in ubiquitous computing. *J. UCS*, 20(9):1327–1351.
- Pielot, M., Poppinga, B., and Boll, S. (2010). Pocketnavigator: vibro-tactile waypoint navigation for everyday mobile devices. In *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, pages 423–426. ACM.
- Silva, J. M., Rosa, J. H., Barbosa, J. L., Barbosa, D. N., and Palazzo, L. A. (2010). Content distribution in trail-aware environments. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 16(3):163–176.
- Teixeira, V. M. M. (2010). Sistema de localização híbrido para apoio à navegação de cegos no campus da utad.