

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS — UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA GRADUAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PAULO HENRIQUE GROLI GRÄBIN

**INSIGHT: UM MODELO ACESSÍVEL PARA LOCALIZAÇÃO EM AMBIENTES
INTERNOS USANDO A TECNOLOGIA BLE**

São Leopoldo
2015

Paulo Henrique Grolli Gräbin

**INSIGHT: UM MODELO ACESSÍVEL PARA LOCALIZAÇÃO EM AMBIENTES
INTERNOS USANDO A TECNOLOGIA BLE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Ciência da Computação
pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos —
UNISINOS

Orientador:
Prof. Dr. Cristiano André da Costa

São Leopoldo
2015

À meus pais que sempre me incentivaram na busca por conhecimento
e a lutar pelos meus objetivos.

*Learning is the only thing the mind never exhausts,
never fears,
and never regrets.*

— LEONARDO DA VINCI

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Cristiano André da Costa, pessoa a quem eu muito admiro, por ter me aceito como seu orientando, pelas valiosas conversas, seu auxílio incomparável e por sua disponibilidade sempre que necessário.

Aos meus pais, Ivani Grolli Gräbin e Milton Gräbin, que sempre me incentivaram a estudar e a realizar meus sonhos.

A minha namorada Victoria Caroline da Silva, pelas revisões, pela compreensão e por ficar sempre do meu lado.

Por último mas não menos importante, aos meus amigos, os quais não diretamente ajudaram na produção desse trabalho, mas são fundamentais e estiveram do meu lado nos momentos em que necessitava esvaziar a cabeça e entendiam os convites recusados.

Muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho apresenta a modelagem de um sistema de posicionamento em ambientes internos, com recursos de acessibilidade, desenhado com o objetivo de ser usado por pessoas com deficiência visual. O modelo consiste em uma aplicação a ser usada em dispositivos móveis, utilizando beacons transmissores Bluetooth espalhados pelo ambiente para obter a localização do usuário. O sistema objetiva fornecer uma localização confiável e um deslocamento seguro através de instruções de voz, leitura de tela e feedback tátil, para permitir que seus usuários possam se deslocar em ambientes desconhecidos sem a necessidade de auxílio de outras pessoas.

Palavras-chave: Acessibilidade Ubíqua. Deficiência Visual. Sistemas de Posicionamento Indoor.

ABSTRACT

This paper presents the modeling of a Indoor Positioning System with accessibility features, designed to be used by visually impaired users. The model consists of an application to be used in mobile devices, making use of Bluetooth beacons deployed in the environment to obtain users location. The system aims to provide a reliable location and a safe and independent navigation using voice guidance, screen reading and haptic feedback in order to allow the users to navigate in unknown environments without need of assistance of other people.

Keywords: Ubiquitous Accessibility. Visual Impairment. Indoor Positioning System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo básico da execução	12
Figura 2 – Visão geral do modelo	13
Figura 3 – Diagrama de blocos da arquitetura simplificada	14
Figura 4 – Diagrama de sequência do modelo	15
Figura 5 – Diagrama de blocos da arquitetura do cliente	16
Figura 6 – Diagrama de blocos da arquitetura da camada de serviço	20
Figura 7 – Diagrama de blocos da arquitetura da aplicação servidor	22
Figura 8 – Diagrama de casos de uso do Insight	24
Figura 9 – Passos metodológicos	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela comparativa entre os trabalhos relacionados e o Insight	30
---	----

LISTA DE SIGLAS

BLE	Bluetooth Low Energy
GCM	Google Cloud Messasing
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
JSON	Javascript Object Notation
NFC	Near Field Communication
PDV	Pessoas com Deficiência Visual
REST	Representational State Transfer
RFID	Radio Frequency Identification
RLSB	Royal London Society for Blind People
SNPDPD	Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência
TTS	Text to Speech
W3C	World Wide Web Consortium

SUMÁRIO

1	MODELO PROPOSTO	10
1.1	Visão geral do modelo	10
1.2	Arquitetura	13
1.2.1	Componentes do cliente	13
1.2.2	Componentes do serviço Insight	19
1.2.3	Outras soluções	21
1.2.4	Componentes da aplicação servidor	21
2	METODOLOGIA	23
2.1	Aspectos de implementação	23
2.1.1	Requisitos e casos de uso	23
2.1.2	Requisitos funcionais	23
2.1.3	Requisitos não funcionais	25
2.2	Avaliação	27
3	CONCLUSÃO	29
3.1	Comparação entre os trabalhos estudados e o modelo proposto	29
3.2	Trabalhos futuros	30
	REFERÊNCIAS	31

1 MODELO PROPOSTO

“For millions of years, mankind lived just like the animals. Then something happened which unleashed the power of our imagination. We learned to talk and we learned to listen...”

Stephen Hawking

Este capítulo apresenta um modelo de sistema que visa promover acessibilidade de pessoas com deficiência visual. O modelo atua auxiliando na localização e no deslocamento de seus usuários, contando com recursos que facilitam sua interação, visto que PDV necessitam de formas especializadas de contato com dispositivos. Falk, Tavares e Barbosa (2013).

Os principais recursos agredados ao modelo são a utilização de uma arquitetura de serviço na nuvem com servidores distribuídos, uma evolução do modelo cliente-servidor; e também a utilização do framework `indoo.rs`, criado pela empresa Indoors.¹ O `indoo.rs` promove acessibilidade buscando ser a base na qual são montadas aplicações que necessitam de informações precisas e em tempo real. A decisão de usar essa biblioteca se deve ao fato do framework facilitar o desenvolvimento multiplataforma de soluções de localização através de beacons Bluetooth. Outras características do `indoo.rs` são a dispensa da necessidade de conexão com a internet, o baixo consumo de energia e a inclusão de ferramentas analíticas e gerenciais, através das quais é possível extrair inúmeras informações a respeito do movimento dos usuários nas premissas do ambiente. Outros diferenciais do modelo são a utilização de sensibilidade ao contexto e o suporte às funcionalidades de acessibilidade, oferecidas nativamente pelos sistemas operacionais. São previstos também o suporte a ambientes dinâmicos e a possibilidade de integração com outras soluções, ambos através de serviços web.

1.1 Visão geral do modelo

O modelo, batizado de Insight, foi desenvolvido após análise dos trabalhos científicos relacionados. Deles foram aproveitados conceitos e funcionalidades consideradas essenciais e descartadas ideias consideradas incompatíveis com este trabalho. A arquitetura do cliente Insight é baseada naquela apresentada por Ganz et al. (2011). O emprego da ciência de contexto, apesar de ser fundamentalmente diferente, é inspirado pelo apresentado em Falk, Tavares e Barbosa (2013), juntamente com a ideia de expor os dados da solução para serem consumidos por soluções de terceiros. A estruturação das mensagens e a sincronização entre cliente e serviço são conceitos apresentados em Chen-Fu (2014). Os feedback auditivo e tátil são utilizados em Rodrigues (2013). Podem ser citadas como exemplos de ideias descartadas a necessidade de hardware dedicado, juntamente com o emprego de uma tecnologia que exige proximidade por parte do usuário, ambas usadas pelo PERCEPT; e o uso da tecnologia GPS, utilizada no

¹Para mais informações consultar o site oficial da empresa em <http://indoo.rs/solutions/>

Tirésias.

O Insight foi concebido tendo em mente tecnologias existentes e disponíveis ao alcance da maioria das pessoas. Todos os equipamentos necessários já existem no mercado, de forma que não é preciso fazer modificações em produtos para aproveitar as funcionalidades aqui descritas.

O objetivo do modelo é promover acessibilidade aos seus usuários, possibilitando que eles estejam sempre cientes dos locais ao seu redor e do caminho até eles. Para isso, o cliente auxilia o usuário em seu deslocamento curva-a-curva através de instruções verbais. Alguns dos locais que terão sua localização indicadas aos usuários através do cliente são banheiros, balcões de informação, estações policiais, locais preparados para receber deficientes visuais, zonas em obras e pontos de transporte público. Essas informações são caracterizados por Stewart et al. (2008) como extremamente importantes para os PDV.

Visto que o objetivo do modelo não é alertar sobre obstáculos no caminho do usuário, ele não deve ser encarado como um substituto para ferramentas que possuam esse fim. O Insight deve ser sempre usado em conjunto com outras ferramentas assistivas, tais como bengalas e cães guia, esses sim possibilitam o desvio de obstáculos de qualquer natureza que possam surgir.

Empresas ou organizações que queiram melhorar a acessibilidade de suas dependências devem ter em mente que outras medidas podem ser tomadas em conjunto com a adoção do modelo, para aumentar a eficiência de seus esforços. Uma medida que possui sinergia total com o Insight é a colocação de piso tátil por todos os trajetos que serão percorridos pelos PDV. Piso tátil são faixas em auto-relevo no chão percebidas pelos usuário através da sensibilidade dos pés, fornecendo auxílio e indicações aos PDV durante seus deslocamentos.

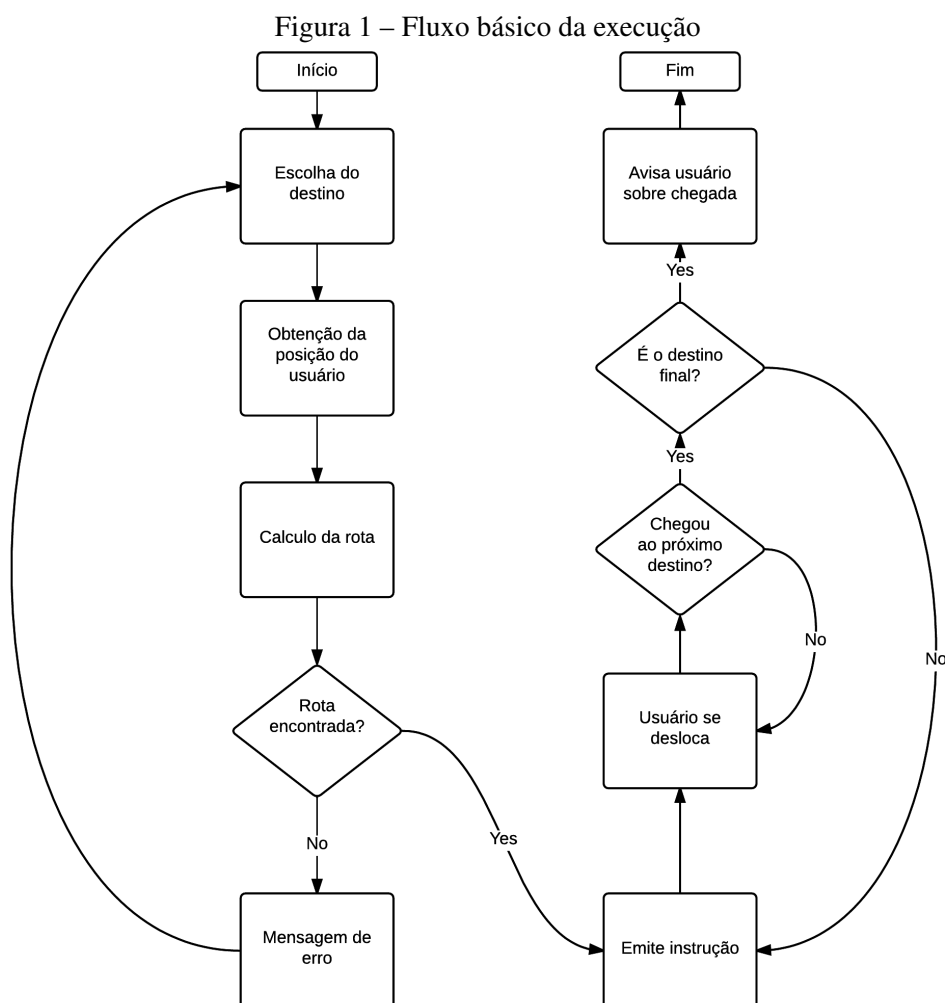
A combinação Insight e piso tátil é bastante útil no empoderamento e independência dos usuários. O Insight permite descobrir locais e rotas, e o piso tátil permite que os usuários tenham certeza de que o caminho sendo percorrido é seguro e não possui obstáculos que dificultem o trânsito.

O modelo é composto por uma aplicação cliente, uma aplicação servidor, pela camada de serviço e diversos beacons Bluetooth, conforme mostrado na Figura 2.

O cliente contempla os seguintes módulos: interface do usuário, módulo de saída, módulo de sincronização, motor de localização, serviço Bluetooth e uma base local. A camada de serviço contém uma ferramenta de gerenciamento dos ambientes, um módulo de controle e todas as instâncias em execução da aplicação servidor. Ela também é chamada de serviço Insight. Cada instância contém um web service REST, uma base de dados local e um módulo de conexão ao banco de dados. Os beacons serão previamente distribuídos em pontos-chave do local onde o modelo for aplicado, de forma a otimizar seu alcance e área de cobertura.

Através do modelo, o usuário poderá saber onde está, descobrir locais que existem a sua volta e selecionar algum recurso específico para que seja traçada uma rota para chegar ao destino escolhido, entre outras funcionalidades. O cliente fornece instruções via áudio e alertas vibratórios, através dos recursos assistivos dos smartphones, para guiar o usuário conforme avança pelo caminho até o seu destino. A Figura 1 mostra o fluxo básico do processo de uso do

Insight, desde a escolha do destino, passando pelo deslocamento do usuário até que ele chegue no destino final.



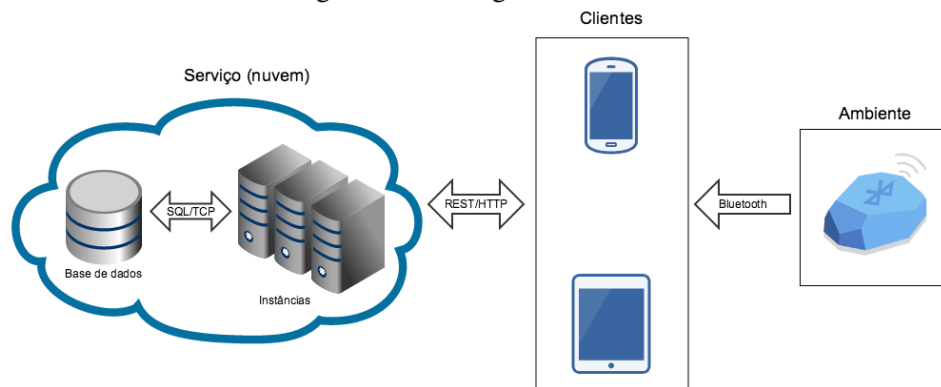
Fonte: Elaborado pelo autor.

Dias (2014) afirma que, quando perdidos ou desorientados, PDV frequentemente requisitam ajuda de pessoas próximas. Como não é objetivo do Insight eliminar completamente a assistência humana e também por precaução, caso o usuário entre em algum ambiente fora do alcance dos beacons, é prevista no modelo a funcionalidade do pedido de ajuda. Quando o usuário a aciona, sua última localização conhecida é enviada pelo modelo para números de telefone cadastrados no modelo. Então os administradores podem providenciar que alguém vá ao encontro de quem necessita de ajuda.

De acordo com Gedawy (2011), qualquer sistema de navegação destinado a PDV conter cinco elementos essenciais. São eles: uma representação geografia capaz de representar múltiplos andares; uma funcionalidade para calcular as rotas e direções dos usuários; uma maneira de identificar a localização do usuário; uma interface para gerenciar a interação do usuário; e, por último, um componente que traduza as rotas para uma forma de comunicação compreensível pelo usuário. (GEDAWY, 2011). O cliente Insight possui um destes elementos.

A arquitetura do modelo, bem como cada um dos componentes, é explicada em maiores detalhes nas seções subsequentes.

Figura 2 – Visão geral do modelo



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.2 Arquitetura

O Insight é projetado para ser um serviço na nuvem com servidores distribuídos. Diversas instâncias da aplicação servidor são executadas simultaneamente para garantir escalabilidade e disponibilidade. Tal arquitetura possui o objetivo de permitir que diversos usuários possam acessar o sistema sem que a performance seja prejudicada. Por sua vez, os clientes são instalados em dispositivos móveis, como smartphones e tablets, e se comunicam com o serviço Insight através de web services REST localizados em cada uma das instâncias. A Figura 3 mostra um diagrama de blocos onde os principais componentes da arquitetura são exibidos, mostrando também as camadas em que ela está dividida e como ocorre a troca de informações entre os componentes.

A Figura 4 mostra um diagrama de sequência detalhando a troca de mensagens entre os componentes do modelo durante a execução de algumas tarefas no Insight.

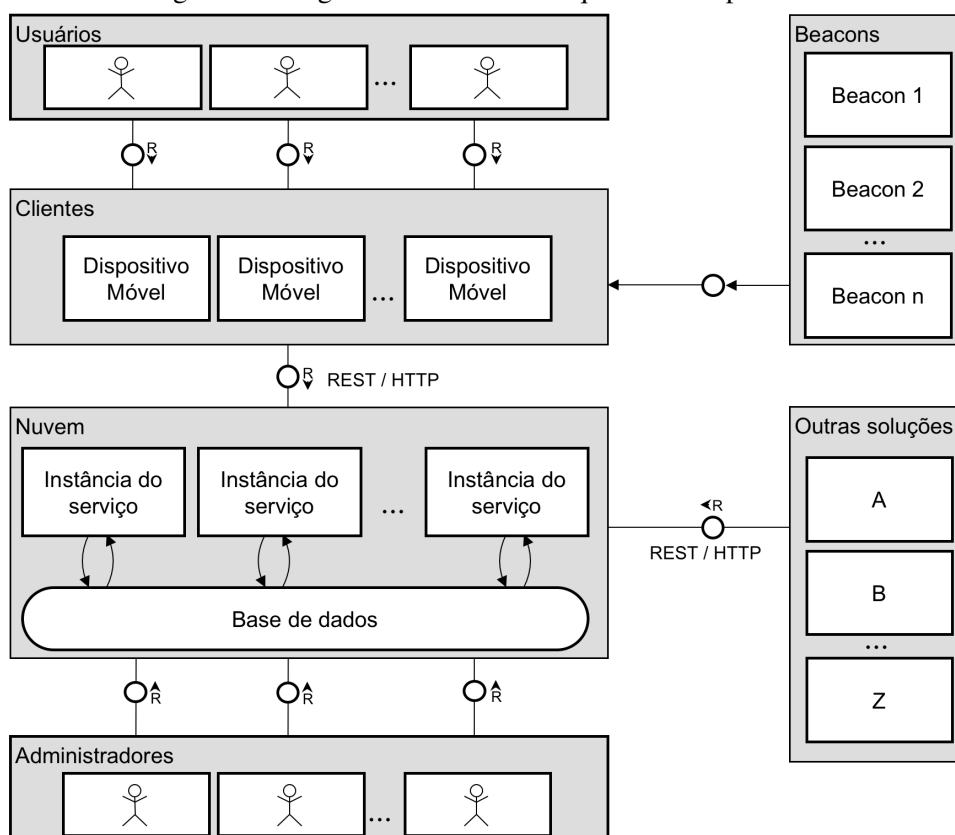
1.2.1 Componentes do cliente

Nesta seção são detalhadamente apresentados cada um dos componentes que formam a arquitetura da aplicação para dispositivos móveis do modelo Insight, mostrados na Figura 5.

1.2.1.1 Módulo de sincronização

Para que o cliente possa ser usado sem a exigência de conexão constante com a internet existe o módulo de sincronização. Ele é o responsável por manter a base de dados do cliente sempre atualizada em relação a base de dados principal do modelo, localizada nas instâncias, e

Figura 3 – Diagrama de blocos da arquitetura simplificada



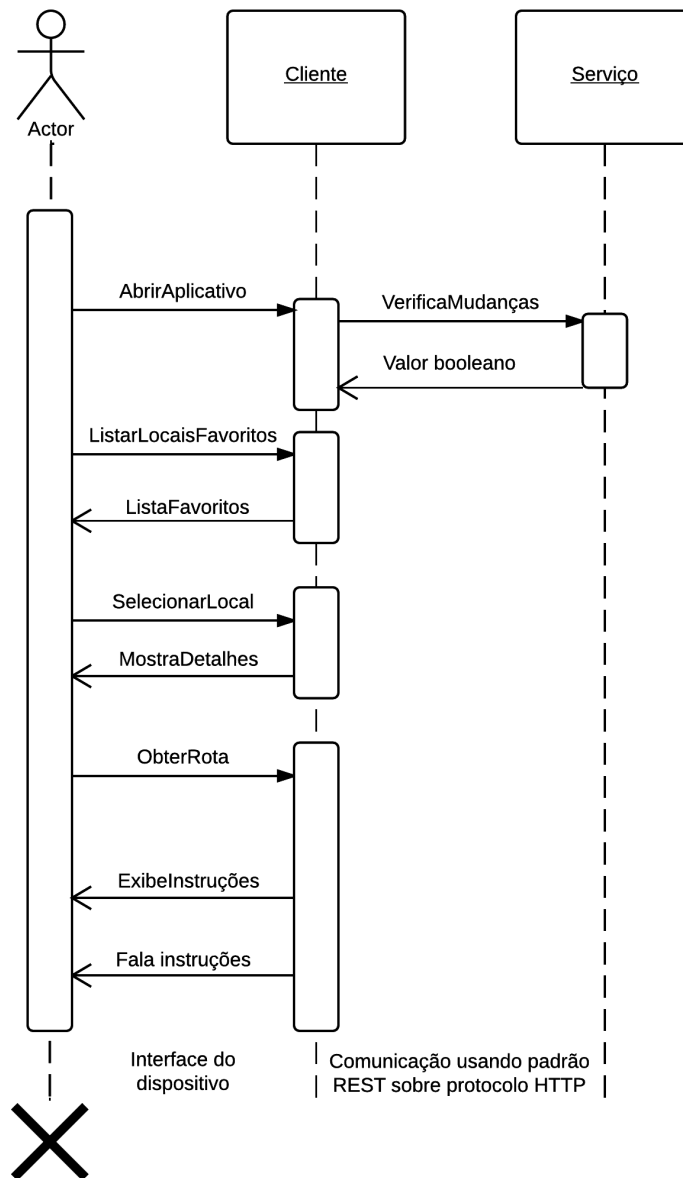
Fonte: Elaborado pelo autor.

também enviar as informações de monitoramento do cliente para a nuvem.

O módulo se conecta com a camada de serviço e verifica se existem modificações nos locais ou nos beacons desde a ultima sincronização e, em caso positivo, copia as novas informações até que as duas bases estejam equiparadas. Por padrão, a verificação em busca de modificações ocorre semanalmente, de forma a não consumir muito da bateria dos dispositivos. Todavia, o administrador pode alterar esse valor para mais ou para menos a fim de permitir que o modelo lide com mudanças dinâmicas no ambiente. A habilidade de suportar mudanças dinâmicas no ambiente é, segundo Quinones et al. (2011), uma característica muito importante num sistema de localização acessível, visto que caminhos já conhecidos pelos usuários podem sofrer alterações, mesmo que levemente. Mudanças dinâmicas são alterações não previstas em rotas ou locais, como por exemplo um elevador não funcionando, uma sala fechada para limpeza, um caminho em manutenção, etc.

A execução da sincronização é independente do usuário, sendo realizada de forma automática e transparente, através de uma conexão com o serviço Insight via internet, usando o padrão REST para troca das informações.

Figura 4 – Diagrama de sequência do modelo



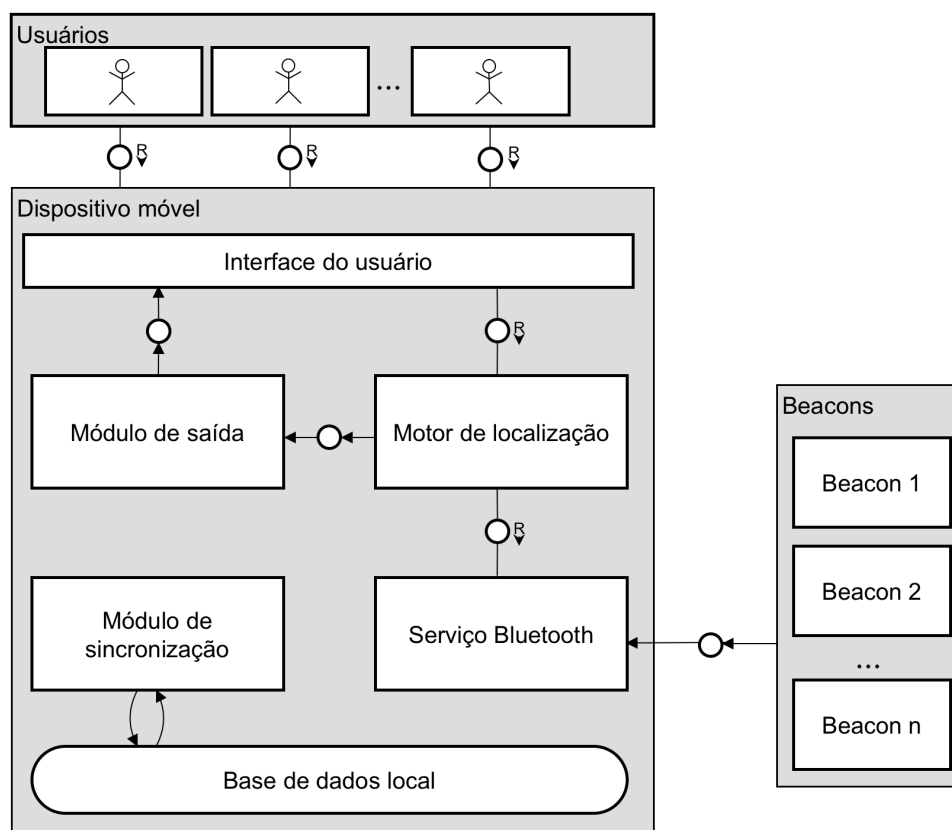
Fonte: Elaborado pelo autor.

1.2.1.2 Base de dados local

É função principal da base de dados local manter uma cópia das informações do serviço Insight, bem como dados relativos as preferencias do usuário. Esses dados ficam armazenados localmente no dispositivo. Exemplos de informações mantidas por esta base são as informações completas referentes aos becons e locais cadastrados no serviço e também os locais marcados pelo usuário como seus favoritos.

Além da função principal, a base local também guarda informações anonimas que visam permitir uma execução otimizada do cliente, tais como histórico completo de sincronizações realizadas, e dados de monitoramento do cliente, destinos selecionados pelo usuário, como

Figura 5 – Diagrama de blocos da arquitetura do cliente



Fonte: Elaborado pelo autor.

rotas traçadas pelo sistema, instruções dadas ao usuário, informações de tempo e hora de uso, entre outras. Para garantir a privacidade do usuário, todas as informações analíticas do cliente são anonimizadas.

A base local é alimentada pelo módulo de sincronização, responsável por adicionar ou excluir os dados cadastrados. Seu objetivo é aumentar a usabilidade do cliente, não exigindo conexão com a internet para traçar as rotas, tornando mais rápida a resposta ao usuário.

1.2.1.3 Motor de localização

O motor de localização é, juntamente com o serviço Bluetooth, o coração do modelo. Sua função é combinar as requisições recebidas do usuário com os dados do serviço Bluetooth para então calcular as rotas desde a localização atual do usuário até o destino por ele escolhido. Uma vez que o cliente é ativado, sua localização é obtida e informada ao usuário através do uso de voz.

A rota calculada pelo Insight é comunicada ao usuário de forma a se moldar à maneira com a qual os PDV planejam seu caminho, descrita por Harper e Green (2000): PDV costumam fragmentar sua jornada em partes menores e mais gerenciáveis, assim podem controlar seu deslocamento por etapas. Conforme Quinones et al. (2011), quando o usuário precisa ro-

tineiramente percorrer uma mesma rota ele cria mapas mentais detalhados, afim de memorizar rotas e marcos específicos dos locais por onde passa.

O Insight, após definir a rotas, a divide trajetos menores e a comunica ao usuário por etapas. Quando o usuário termina de percorrer um trecho ele recebe um novo conjunto de instruções, servindo também como confirmação de que o usuário está no caminho correto. De acordo com Falk, Tavares e Barbosa (2013), uma definição otimizada da granularidade e da velocidade de leitura das instruções é importante para não sobrecarregar o usuário com instruções demais, podendo deixa-lo confuso e desorientado.

Para o calculo das rotas é usado o algoritmo proposto por Dijkstra (1959). O algoritmo de Dijkstra soluciona o problema do caminho de custo minimo em um grafo cujas arestas não possuem peso negativo, como é o caso das rotas do Insight.

1.2.1.4 Serviço Bluetooth

O serviço Bluetooth é a parte do cliente onde está toda a programação que o torna compatível com a tecnologia Bluetooth Low Energy. Através dele é feita o monitoramento dos beacons presentes no entorno do usuário, permitindo com que sua localização atual seja obtida.

Este módulo, juntamente com os beacons, fornece o contexto do usuário para o modelo. Através do contexto é possível atuar quando mudanças são identificadas, adaptando as instruções dadas ao usuário conforme ele se desloca, se aproximando ou se distanciando do destino.

Esse módulo é capaz de continuar a atuando mesmo após o bloqueio do smartphone, guiando o usuário através de mensagens verbais. Outra funcionalidade possível através deste componente é detectar quando o usuário adentra no ambiente onde o modelo está implantado, avisando ao usuário sobre sua existência e questionando se ele deseja usar o cliente. Esse comportamento pode ser desativado, caso seja essa a preferência do usuário.

O processo de identificação de um beacon por parte do cliente pode ser resumido como o seguinte:

- Beacon transmite seu identificador no ambiente em que está instalado.
- Cliente detecta a transmissão do beacon e determinar o identificador.
- Cliente verifica em sua base de dados a localização associada a esse identificador.
- Cliente obtém a localização atual do usuário e se adapta ao novo contexto.
- Cliente decide se há alguma ação para ser tomada, baseada no contexto do usuário.
- Se houver alguma ação, o cliente a executa.
- Cliente informa usuário sobre a ação, através de voz ou alertas vibratórios.

Uma grande vantagem do uso de beacons é a capacidade de transmitir e receber identificadores sem que seja necessário parear os dispositivos envolvidos. Isso permite que qualquer smartphone que imediatamente identifique e capte o sinal, não exigindo ações por parte do usuário.

Os beacons devem ser espalhados em pontos chave do ambiente e em todos os destinos possíveis. Desta forma é garantida a área de cobertura do modelo e a otimização na quantidade de beacons necessários, fazendo com que o usuário sempre possa descobrir sua localização e sempre possa chegar ao destino desejado. O Insight não exige a posição exata e precisa do usuário, então apenas um beacon é capaz de fornecer a localização necessária. Caso fosse indispensável ter a localização exata seriam necessários pelo menos três beacons por local, possibilitando a triangulação da posição.

1.2.1.5 Interface do usuário e módulo de saída

A interface do usuário é responsável por gerenciar o trato do usuário com o sistema. O módulo de saída é o responsável pelo feedback dado ao usuário. Estes componentes são profundamente integrados um com o outro. A fim de suportar as necessidades dos PDV, a interface oferece métodos especializados de interação como navegação por gestos e voz, e o módulo de saída oferece feedback através de voz e alertas vibratórios. O Insight usa os recursos acessíveis presentes no sistema operacional para modificar drasticamente as formas de interação do sistema.

O clique simples tem seu efeito modificado. Ao invés de ativar ou abrir, o clique simples apenas seleciona algum item. Para ativar um abrir um item selecionado são necessários dois toques em qualquer parte da tela. Em listas de seleção, como por exemplo a lista de locais próximos ao usuário ou sua lista de locais favoritos, a navegação é feita a partir de gestos. Deslizar o dedo para a direita ou para baixo avança a seleção, já deslizar o dedo para esquerda ou para cima faz a seleção retornar um item. Cada vez que um item é selecionado seu nome é lido para o usuário. Duas formas são previstas para rolar a tela, deslizando dois dedos na direção desejada ou então com um deslize seguido imediatamente por outro na direção contrária. Em telas que possuem componentes variados, como campos de texto e botões, a navegação é ainda mais especializada, lendo não apenas o nome do componente, mas também sua descrição e, quando disponível, seu tipo e estado atual. A navegação entre itens é idêntica a das listas de seleção, deslizando o dedo para baixo ou para a esquerda o próximo componente é selecionado e lido. Por exemplo, se o item selecionado for um botão com o texto "Obter rota" a leitura seria "Obter rota, botão" Para a inserção de texto o processo é bem similar. O teclado é percorrido com os mesmos gestos citados anteriormente, e cada letra selecionada é lida ao usuário. Para percorrer o texto escrito são usados gestos, e o usuário pode definir a granularidade do deslocamento em letras, palavras, frases ou parágrafos.

Mau et al. (2008) compara diversas formas de instruir o usuário PDV durante seu desloca-

mento. Após comparar instruções faladas, tons, forma de bussola e feedback tátil o trabalho indica que a melhor maneira é mesmo o uso de instruções verbais. Quando um usuário solicita que o sistema calcule uma rota até algum destino, as instruções também são passadas pelo Insight verbalmente. Porém, a leitura ocorre de uma maneira um pouco diferente. Conforme Ullman e Trout (2009), é importante fornecer instruções claras, citando também elementos espaciais que podem ser usados como referências pelos usuários.

O Insight emite um bipe antes de cada instrução, a fim de chamar a atenção do usuário, o alertando que ele chegou em um novo marco do caminho e uma nova instrução será proferida. Instruções são passadas apenas em pontos chave do trajeto, de forma a evitar que uma frequência muito alta de informações sobrecarregue o usuário. Unidades de medidas de distância como metros são evitadas, preferindo informar o usuário do número aproximado de passos até o próximo destino. As instruções alertam o usuário sobre obstáculos no caminho, tais como escadas, aclives ou declives, caso estes existam.

Todas as falas são geradas por computador. Isso permite economizar o tamanho do software cliente, pois não é necessário armazenar arquivos de áudio, e também responder rapidamente a mudanças no ambiente, visto que não existe a exigência as falas passem por todo o processo de gravação e que o cliente tenha de ser atualizado para ter as novas instruções.

1.2.2 Componentes do serviço Insight

Nesta seção são detalhadamente apresentados cada um dos componentes que formam a arquitetura da camada de serviços do Insight, mostrados na Figura 6.

A camada de serviço do Insight é composta pela totalidade das instâncias em execução, um módulo de controle, um editor de ambientes e a principal base de dados do modelo.

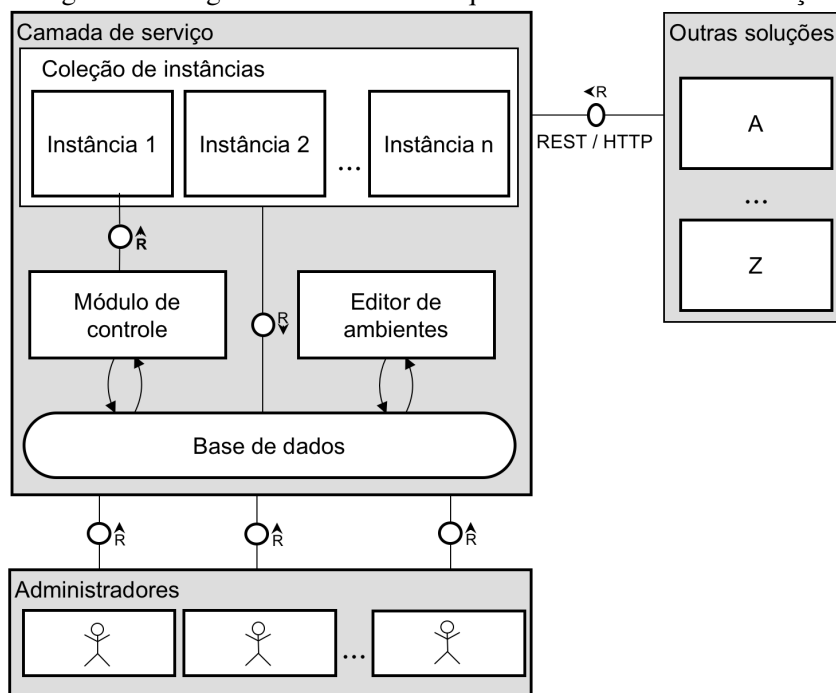
O uso do modelo de computação na nuvem permite que o sistema possa ser acessado por um grande número de usuários mantendo baixos custos de infraestrutura.

1.2.2.1 Editor de ambientes

O editor de ambientes é a ferramenta através da qual os administradores mapeiam o ambiente existente para dentro do modelo. A edição é totalmente visual. Os administradores criam uma representação bidimensional do ambiente, onde devem ser definidos os locais e recursos que podem ser escolhidos como destino pelo usuário, os trechos e caminhos que podem ser percorridos pelos usuários para chegar a algum destino e também indicam os locais onde estão espalhados os beacons.

Para auxiliar durante o mapeamento do ambiente, o modelo permite visualizar áreas não cobertas pelo alcance dos beacons e também oferece sugestões de posicionamento otimizado dos beacons. Os dados são persistidos na base principal do modelo.

Figura 6 – Diagrama de blocos da arquitetura da camada de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.2.2.2 Módulo de controle

O módulo de controle mantém informações e referências a todas as instâncias da aplicação servidor em execução. Este componente é o responsável por criar e executar uma nova instância, bem como encerrar sua execução, a fim de que a camada de serviço do Insight mantenha conhecimento de todas as instâncias. São armazenados também informações de histórico a respeito da execução das instâncias, e também de todas as sincronizações ocorridas, tanto por parte da aplicação cliente como por parte das instâncias, para fins de controle e gerenciamento do Insight.

O módulo de controle oferece um painel onde podem ser monitoradas em tempo real informações relevantes sobre o estado das instâncias, usuários ativos no momento, pedidos de ajuda e outras informações analíticas do modelo.

1.2.2.3 Base de dados

A base de dados da camada de serviço é o principal repositório de informações do Insight. Nela ficam armazenados todo o cadastro dos beacons, rotas e locais existentes no modelo. Todas as informações relacionadas aos locais existentes é armazenada em forma de grafos.

Os dados armazenados são acessados através do web service REST de cada instância. Desta forma, as informações são acessíveis independente da plataforma utilizada.

1.2.2.4 Coleção de instâncias

A coleção de instâncias é o conjunto de todas as cópias da aplicação servidor sendo executadas no momento. O ciclo de vida de cada instância é gerenciado pelo módulo de controle. Mais detalhes sobre aplicação servidor são apresentados na seção 1.2.4.

1.2.3 Outras soluções

Um importante aspecto do modelo é sua interoperabilidade. O Insight oferece um serviço completo de localização em ambientes internos. Aliado com a infraestrutura de localização formada pelos beacons dispostos no ambiente, diversas aplicações são possíveis. Cada empresa ou organização que adota o Insight pode fazer uso dos dados do modelo para desenvolver novas soluções de localização em suas dependências, aproveitando toda a infraestrutura já existente para evitar custos.

Os dados são expostos via web service REST, permitindo que sejam consumidos por qualquer plataforma, oferecendo flexibilidade para as soluções desenvolvidas.

1.2.4 Componentes da aplicação servidor

Nesta seção são apresentados cada um dos componentes mostrados na Figura 7, que formam a arquitetura da aplicação servidor do Insight.

Cada instância roda em servidor físico específico, com seus memória, processamento e armazenamento próprios, garantindo estabilidade e disponibilidade sem prejudicar a performance. Não há limite para quantas instâncias podem ser executadas ao mesmo tempo e cada uma é independente, não possuindo qualquer conhecimento sobre as outras instâncias existentes.

1.2.4.1 Serviço Web REST

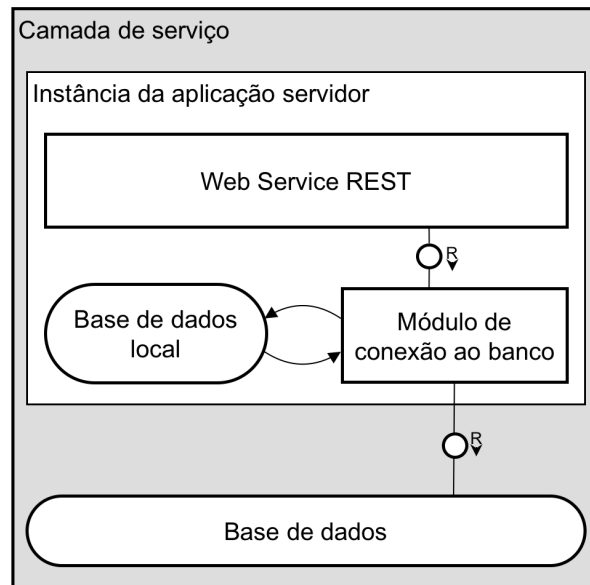
Permite responder a ambientes dinâmicos faz requisições pro modulo de conexão ao banco interoperabilidade

Segundo Richardson e Ruby (2008), REST é um padrão amplamente utilizado na comunicação entre sistemas.

1.2.4.2 Módulo de conexão ao banco

Gerencia conexão, as vezes cache as vezes banco da camada de serviço. faz requisição pros dois

Figura 7 – Diagrama de blocos da arquitetura da aplicação servidor



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.2.4.3 Base de dados local

mantem em cache informações que foram buscadas na base de principal tempo de resposta
escalabilidade

2 METODOLOGIA

Enquadrando o presente trabalho na classificação apresentada em Gerhardt e Silveira (2009), quanto à natureza da pesquisa, ele se caracteriza como uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de um problema específico que é a navegação e localização de deficientes visuais. A abordagem do trabalho é qualitativa e, do ponto de vista dos objetivos, é uma pesquisa exploratória e descritiva, buscando resultar em um modelo acessível de localização e navegação em ambientes internos. O procedimento técnico utilizado para a construção da pesquisa é a pesquisa bibliográfica.

2.1 Aspectos de implementação

2.1.1 Requisitos e casos de uso

O diagrama de casos de uso apresentado na Figura 8 foi desenvolvido para auxiliar na fase de elicitação de requisitos, fornecer uma melhor visualização das funcionalidades da solução, e também mostrar quais são os atores envolvidos com cada uma delas. O diagrama foi construído levando em consideração as características encontradas nos trabalhos relacionados, bem como as informações presentes no referencial teórico deste trabalho.

A listagem dos requisitos é apresentada nas seções subsequentes, sendo dividida entre requisitos funcionais e requisitos não funcionais.

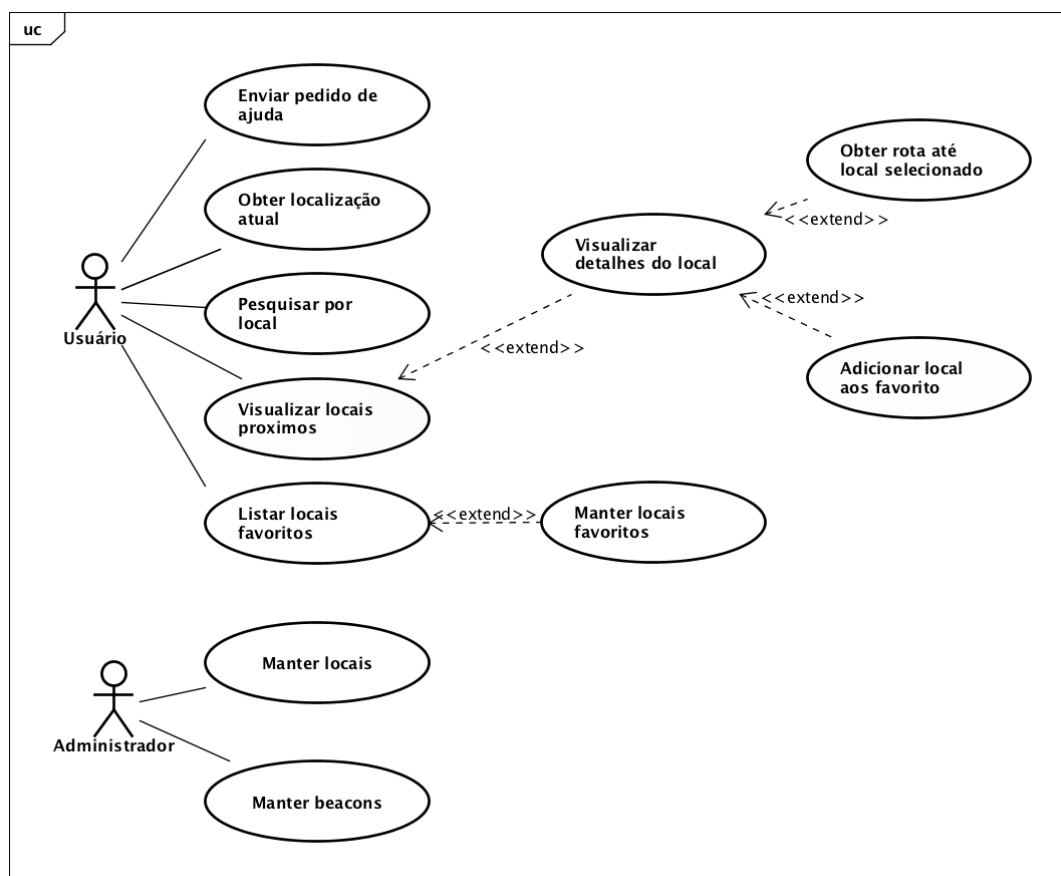
2.1.2 Requisitos funcionais

Nesta seção são apresentados os requisitos funcionais elicitados para o modelo Insight. Cada requisito funcional corresponde a uma funcionalidade presente na solução, a fim de que usuários possam desempenhar suas ações. Para a definição dos requisitos foi levado em consideração que o sistema possui três tipos de usuários: usuários comuns e administradores.

Os requisitos funcionais elicitados para o modelo são:

- **RF01 - Obter localização atual:** o usuário poderá obter sua localização atual a qualquer momento.
- **RF02 - Visualizar locais próximos:** o usuário poderá visualizar os locais próximos a si, ordenados pela distância até o local.
- **RF03 - Pesquisar por local:** o usuário poderá pesquisar entre os locais disponíveis usando critérios como nome ou categoria.
- **RF04 - Visualizar detalhes do local:** o usuário poderá visualizar informações específicas do local selecionado, tais como nome, descrição, categoria e distância até ele.

Figura 8 – Diagrama de casos de uso do Insight



powered by Astah

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **RF05 - Obter rota até local selecionado:** o usuário poderá obter uma rota até o local selecionado, partindo do seu local atual.
- **RF06 - Listar locais favoritos:** o usuário poderá visualizar uma lista com os locais marcados como seus favoritos.
- **RF07 - Manter locais favoritos:** o usuário poderá adicionar ou excluir locais da lista de locais favoritos.
- **RF08 - Mensagem de boas vindas:** o sistema deverá detectar quando o usuário chega no ambiente e enviar uma notificação ao usuário perguntando se ele deseja usar o cliente.
- **RF09 - Enviar pedido de ajuda:** o usuário poderá enviar aos administradores um pedido de ajuda informando o seu ultimo local conhecido, para que alguém seja enviado para socorrer o usuário.
- **RF10 - Manter locais:** o administrador poderá adicionar, editar, ou excluir locais e rotas cadastrados no modelo.

- **RF11 - Manter beacons:** o administrador poderá adicionar, editar, ou excluir beacons cadastrados no modelo.
- **RF12 - Sincronização:** o administrador poderá alterar a periodicidade das sincronizações do cliente com o servidor.

2.1.3 Requisitos não funcionais

Nesta seção são apresentados os requisitos não funcionais elicitados para o modelo Insight. Os requisitos não funcionais descrevem aspectos internos da aplicação no que diz respeito ao desempenho, confiabilidade, interoperabilidade, mobilidade, disponibilidade, segurança e usabilidade.

Os requisitos não funcionais elicitados para o modelo Insight são:

- **RNF01 - Escalabilidade e disponibilidade - Serviço na nuvem:** A aplicação servidor será uma aplicação web.
- **RNF02 - Interoperabilidade - Serviços web REST:** a aplicação servidor disponibilizará web services utilizando o padrão Representational State Transfer (REST) para realizar a integração com os clientes e outras soluções.
- **RNF03 - Interoperabilidade - JSON:** o sistema usará o padrão Javascript Object Notation (JSON) para a transferência de informações a partir do servidor REST, a fim de facilitar a comunicação com os clientes e outras soluções.
- **RNF04 - Portabilidade - Clientes para dispositivos móveis:** a aplicação cliente será utilizado em smartphones ou tablets.
- **RNF05 - Usabilidade - Base de dados local:** O cliente deverá conter uma cópia local do banco de dados localizado na nuvem.
- **RNF06 - Confiabilidade - Sincronização:** O cliente deverá periodicamente sincronizar sua base de dados com a base de dados na nuvem.
- **RNF07 - Usabilidade - Adaptação ao contexto:** o cliente deverá identificar o contexto do usuário através do uso da localização, a fim de exibir os locais mais relevantes e fornecer os próximos passos da navegação.
- **RNF08 - Usabilidade - Comandos por gestos:** o cliente deverá permitir a interação do usuário através de gestos.
- **RNF09 - Usabilidade - Comandos por voz:** o cliente deverá permitir a interação do usuário através de comandos de voz.

- **RNF10 - Acessibilidade - Feedback por voz:** o cliente deverá fornecer informações ao usuário através do uso de voz.
- **RNF11 - Acessibilidade - Feedback tátil:** o cliente deverá fornecer informações ao usuário através do uso de alertas vibratórios.
- **RNF12 - Acessibilidade - Descrição:** o modelo deve poder ser utilizado a partir de hardware leve e discreto.
- **RNF13 - Usabilidade - Interferência:** o modelo não deve interferir em outras ferramentas que o usuário possa estar usando para se deslocar.
- **RNF14 - Confiabilidade - Replicação:** o modelo deve, sempre que for feita alguma alteração nas rotas, beacons ou locais, replicar essas alterações para todas as instâncias.
- **RNF15 - Desempenho - Formato de armazenamento:** o modelo deve armazenar as informações relativas a rotas no formato de grafos.
- **RNF16 - Desempenho - Calculo de rotas:** as rotas deverão ser calculadas através do algoritmo de Dijkstra.

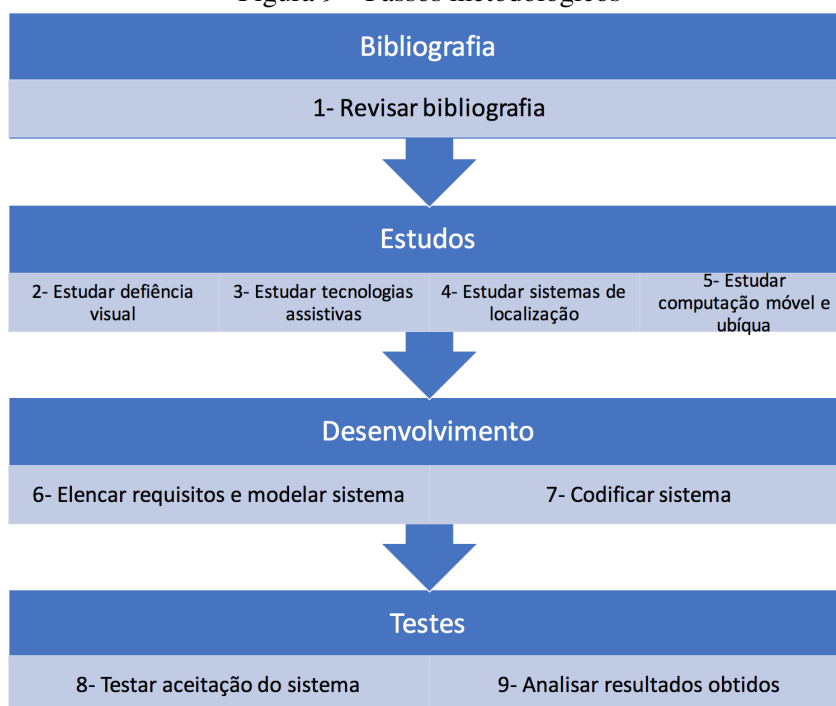
A partir dos requisitos funcionais e não funcionais, é possível perceber que os dispositivos móveis são a ferramenta ideal para uso do modelo.

O trabalho de modelagem e desenvolvimento do Insight foi dividido em 9 passos metodológicos apresentados na Figura 9. Os passos 1 a 6 foram realizados no presente trabalho. Os demais passos serão realizados na disciplina Trabalho de Conclusão II, que também compreende os requisitos para a colação de grau da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

A seguir são apresentados brevemente cada um dos passos concebidos:

1. **Revisar bibliografia:** Pesquisa bibliográfica objetivando descobrir trabalhos envolvendo o tema em questão. Realizar leitura e resumo dos trabalhos relevantes encontrados, e, com isso, criar uma fundamentação teórica adequada para o desenvolvimento desta pesquisa.
2. **Realizar estudo sobre deficiência visual:** Estudar essa deficiência em busca de compreender a maneira com que ela afeta seus portadores, e também o processo mental realizado por eles durante seu deslocamento, tanto em ambientes familiares como desconhecidos, a fim de criar uma abstração desse processo aplicando-a ao modelo.
3. **Realizar estudo sobre tecnologias assistivas:** Estudar e verificar quais tecnologias já foram aplicadas na acessibilidade, avaliando quais podem ser utilizadas no desenvolvimento do modelo para melhor atender às necessidades dos PDV.
4. **Realizar estudo sobre sistemas de localização:** Estudo buscando compreender o estado da arte dos sistemas de localização, identificando características que devem ser aplicadas em um sistema acessível destinado a PDV.

Figura 9 – Passos metodológicos



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. **Realizar estudo sobre computação móvel e ubíqua:** Estudar o conceito de computação ubíqua, bem como conceitos relacionados, em busca de ideias que podem ser aplicadas no desenvolvimento e no uso do presente modelo, tornando-o mais natural e transparente possível aos usuários.
6. **Elencar requisitos e modelar o sistema:** Elaborar os modelos necessários para o posterior desenvolvimento do sistema, utilizando a linguagem UML.
7. **Codificar sistema:** Codificar o sistema de acordo com a modelagem realizada.
8. **Testar aceitação do sistema:** Codificar uma prévia do modelo desenvolvido de modo que ela possa ser avaliada em campo.
9. **Analisar resultados dos testes:** Realizar análise dos resultados obtidos através dos questionários, traçando uma conclusão do trabalho desenvolvido. Posteriormente, verificando os benefícios e dificuldades apresentados pelo sistema aos participantes, a fim de estabelecer ajustes e correções, bem como trabalhos futuros.

2.2 Avaliação

A avaliação do modelo proposto se dará após a implementação e implantação do sistema. Para a implantação dele serão convocados usuários PDV com interesse em colaborar com a pesquisa. Os usuários utilizarão o sistema e posteriormente o avaliarão usando duas técnicas

distintas: a primeira será através de questionários anônimos durante o período de testes, a fim de detectar problemas pontuais e verificar a adaptação do usuário ao sistema durante o período de uso; a segunda será a técnica da entrevista estruturada.

A entrevista ocorrerá em dois momentos. Antes de iniciar o período de testes, para obter informações sobre a forma como os usuários se guiam quando necessitam deslocar-se em um ambiente desconhecido. Após o término dos testes, para obter informações relativas à qualidade da localização e da navegação oferecidas pelo protótipo. O resultado da análise permitirá identificar a eficácia do sistema e possibilitará elencar melhorias e/ou trabalhos relacionados ao tema.

(TODO: avaliação por cenários ou usuários)

3 CONCLUSÃO

A infraestrutura de beacons permite ainda o desenvolvimento de outros serviços na área

3.1 Comparação entre os trabalhos estudados e o modelo proposto

Tabela 1 – Tabela comparativa entre os trabalhos relacionados e o Insight

	Percept	UCAT	Navigation System for Work Zones	Tirésias
Método de localização	RFID	Bluetooth 2.1	Bluetooth 4.0	GPS
Abrangência	Indoor	Indoor e outdoor	Zonas em obras	Indoor
Ambientes dinâmicos	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não especificado
Hardware específico	Sim	Não	Não	Não
Comunicação	Internet ou intranet	Internet	Internet	Internet ou intranet
Interoperabilidade	Não	Não	Não	Sim
Banco de dados	Postgres	SQLite	MySQL	Não especificado
Linguagem	Java	Java	Java	Objective-C
Sistema operacional	Android	Android	Android	iOS
Hardware	Luva equipada c/ leitor RFID e smartphone	Dispositivos móveis c/ Bluetooth	Dispositivos móveis c/ Bluetooth	Dispositivos Móveis c/ GPS
Arquitetura	Cliente-servidor	Cliente-servidor	Cliente-servidor	Cliente-servidor

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Trabalhos futuros

- Considerar dificuldade do percurso - Wearables pra não ser necessário usar as mãos
- Salas de aula, integração

REFERÊNCIAS

- CHEN-FU, L. **Development of a navigation system using smartphone and bluetooth technologies to help the visually impaired navigate work zones safely**. [S.l.]: Minnesota Department of Transportation Research Services & Library, 2014.
- DIAS, M. B. **NavPal : technology solutions for enhancing urban navigation for blind travelers**. 2014. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — Carnegie-Mellon University, 2014.
- DIJKSTRA, E. W. A note on two problems in connexion with graphs. **Numerische Mathematik**, [S.l.], v. 1, p. 269–271, 1959.
- FALK, R. A.; TAVARES, J. E. d. R.; BARBOSA, J. L. V. Tirésias: um modelo para acessibilidade ubíqua orientado à deficiência visual. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, [S.l.], p. 55–70, 2013.
- GANZ, A. et al. Percept: indoor navigation for the blind and visually impaired. **Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE**, [S.l.], p. 856–859, 2011.
- GEDAWY, H. K. **Designing an interface and path translator for a smart phone-based indoor navigation system for visually impaired users**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — Qatar Foundation, 2011.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. [S.l.]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- HARPER, S.; GREEN, P. A travel flow and mobility framework for visually impaired travellers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS HELPING PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS, 2000. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2000. p. 289–296.
- MAU, S. et al. Blindaid: an electronic travel aid for the blind. **Robotics Institute Report, CMU-RI-TR-07-39**, [S.l.], 2008.
- QUINONES, P.-A. et al. Supporting visually impaired navigation: a needs-finding study. In: CHI'11 EXTENDED ABSTRACTS ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2011. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011. p. 1645–1650.
- RICHARDSON, L.; RUBY, S. **Restful web services**. First Edit. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, Inc., 2008. 409 p.
- RODRIGUES, I. R. P. **UCAT: ubiquitous context awareness tools for the blind**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Universidade de Lisboa, 2013.
- STEWART, J. et al. Accessible contextual information for urban orientation. In: UBIQUITOUS COMPUTING, 10., 2008. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2008. p. 332–335.
- ULLMAN, B. R.; TROUT, N. D. Accommodating pedestrians with visual impairments in and around work zones. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, [S.l.], v. 2140, n. 1, p. 96–102, 2009.