

FERRAMENTA PARA LOCALIZAÇÃO EM AMBIENTE CONTROLADO UTILIZANDO MAPA DE SINAIS WIRELESS

Luiz Ricardo Fiera¹

Gustavo Bisognin²²

Merisandra Côrtes de Mattos³

Resumo

Atualmente identifica-se um aumento considerável de pessoas com algum tipo de deficiência física inserida no mercado de trabalho, e apesar de sua situação economicamente ativa, a estrutura disponibilizada para suas necessidades ainda não é adequada, impondo sérios limites a sua locomoção. Considerando que uma das características mais relevante do ser humano é sua capacidade de autonomia e que pessoas com deficiência visual tem esta característica limitada em ambientes de acesso público. Este artigo descreve o estudo das tecnologias e teorias necessárias para a elaboração de um protótipo de aplicativo na plataforma Android que, aplicando técnicas de mapa de sinais wireless, seja capaz de fazer a localização e orientação de pessoas em um ambiente controlado.

INTRODUÇÃO

A constante evolução dos dispositivos móveis, celulares e *tablets*, aliada a facilidade de comunicação com as redes sem fios abriram inúmeras possibilidades para o desenvolvimento de aplicações destinadas a facilitar a vida das pessoas, principalmente no que tange aos aplicativos relacionados à comunicação e localização.

No que diz respeito à tecnologia, vislumbra-se uma série de aplicações que podem ser desenvolvidas para permitir maior acessibilidade aos produtos e serviços disponíveis no mercado. Dentre elas destacam-se as tecnologias assistivas (TA), que podem auxiliar de forma especial os idosos e pessoas com algum tipo de necessidade especial.

O Censo demográfico de 2010 (IBGE, 2011) revelou que 3,5% da população declararam possuir deficiência visual severa, o que significa ter grande dificuldade ou

¹ Acadêmico do Curso de Ciência da Computação. Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UnaCET). Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). E-mail: ricardo.fiera@gmail.com.

² Professor do Curso de Ciência da Computação. Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UnaCET). Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). E-mail: gustavo@unes.net.

nenhuma capacidade de enxergar. Para estas pessoas a necessidade de uma ferramenta que possibilite recuperar sua autonomia de locomoção pode ser de grande utilidade no dia a dia, facilitando a execução de tarefas aparentemente simples e que na realidade somente podem ser executadas com apoio de outras pessoas.

A grande quantidade de pessoas com necessidades de localização devido a sua dificuldade visual, aliada a popularização no uso de dispositivos móveis, demonstra a relevância de uma ferramenta inteligente que possa preencher esta lacuna proporcionando melhor acessibilidade aos deficientes visuais em ambientes públicos com circulação de pessoas.

Neste contexto, o presente artigo aborda a elaboração de um protótipo de aplicativo *Android* voltado para localização e orientação em um ambiente controlado, baseado em estudos de critérios de acessibilidade, bem como nas tecnologias e teorias necessárias a fim de dar sustentação ao desenvolvimento do projeto.

ACESSIBILIDADE A DEFICIENTES VISUAIS

Os ambientes de uso público devem ter a característica de permitir que todos possam usá-lo de forma independente e igual. De acordo com Nicholl (2001), como não existem duas pessoas iguais e também todos possuem suas características individuais, se torna quase impossível que seja garantido a todas as pessoas acessibilidade nos ambientes públicos. Para isso, utilizam-se critérios que formam uma base de exigências a fim de permitir que um número maior de pessoas tenha acesso a estes ambientes.

O desenvolvimento de uma ferramenta de localização em ambiente controlado vem ao encontro do objetivo de que todas as pessoas possam utilizar ambientes e serviços, de forma independente, sem necessitar da ajuda de outros. Desta forma, a construção de uma ferramenta que pretende oferecer este tipo de autonomia, deve observar alguns critérios (DIAS; PASSERINO, 2009):

- a) primeiramente as informações e componentes devem ser apresentadas ao usuário de forma que ele possa perceber todo o contexto disponível para utilização da ferramenta;
- b) os componentes oferecidos devem ser de fácil operação, navegação e

localização dentro da ferramenta;

c) a informação apresentada ao usuário deve ser compreensível de maneira a permitir que ele possa tomar as decisões de locomoção de forma rápida;

d) o conteúdo apresentado deve ser completo e conciso o suficiente para que possa ser interpretado de forma clara pelo usuário.

Neste contexto, propõe-se que a ferramenta, objeto deste estudo, seja norteada por estas diretivas, a fim de que possa garantir maior usabilidade e autonomia às pessoas com deficiência visual.

FERRAMENTA PARA LOCALIZAÇÃO E ORIENTAÇÃO

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da aplicação envolveu o estudo de critérios de acessibilidade, modelos de orientação geográfica, redes sem fio, modelos matemáticos da teoria de grafos e inteligência computacional; Levantamento de requisitos baseada em entrevista com um usuário deficiente visual; Implementação do algoritmo de Dijkstra para determinação do caminho dentro do ambiente mapeado; configuração e instalação das antenas de sinais wireless; modelagem do mapa de sinais; implementação do algoritmo kNN para localização do usuário; implementação da interface mobile e validação do protótipo.

Levantamento de Requisitos

A fase de levantamento de requisitos compreendeu uma pesquisa bibliográfica sobre TA em livros, revistas e artigos publicados na internet, o que possibilitou ampliar os conhecimentos na área, bem como conhecer as mais diversas aplicações voltadas para acessibilidade, e as formas como estas tecnologias têm garantido a inclusão social e autonomia de pessoas com necessidades especiais. Mediante esta pesquisa bibliográfica, foi possível elencar os requisitos iniciais do descritivo do protótipo de localização e orientação.

A partir deste descritivo, a pesquisa foi direcionada então aos critérios de acessibilidade, a fim de permitir que a ferramenta fosse utilizada de forma simples e por um número maior de pessoas. Este ponto do estudo foi considerado um dos mais desafiadores, pois como não se vive no dia a dia a realidade de uma pessoa com

deficiência visual, o planejamento da interface de entrada e saída podia ficar comprometida em termos de usabilidade.

A preocupação com a garantia de usabilidade da ferramenta indicou a necessidade de se buscar a colaboração de uma pessoa que tivesse deficiência visual para colaborar neste sentido. Realizou-se uma entrevista desestruturada com um deficiente visual, ao qual se apresentou a ideia geral da pesquisa e iniciou-se o entendimento acerca das necessidades destas pessoas em termos de acessibilidade e usabilidade em aplicativos computacionais.

Os principais pontos observados foram com relação à forma de entrada de dados para o protótipo, onde havia se avaliado a possibilidade que usuário falasse ao celular e o programa identificasse a solicitação para então iniciar a localização e orientação. Neste aspecto foi verificado que a melhor forma para a entrada de dados seria via teclado no dispositivo. Outro requisito importante foi com relação a orientação, que seria feita sem a preocupação com detalhes do ambiente, como mesas, cadeiras ou outros objetos que pudessem interferir no deslocamento, pois dificilmente uma pessoa com deficiência visual se encontraria sozinha dentro de um ambiente sem uma bengala ou cão guia. Desta forma o foco da ferramenta se voltou para sua capacidade de dar autonomia ao usuário, que poderia decidir a direção a seguir, sem que fosse preciso a ajuda de outras pessoas. A partir de então, iniciou-se a implementação do algoritmo de orientação.

Implementação do Algoritmo de Dijkstra

A abstração de um ambiente real para uma estrutura de grafo foi uma maneira encontrada para que a resolução do problema de orientação pudesse ser resolvida por meio de modelos lógicos matemáticos. Foi criado um mapa fictício de um ambiente, onde cada ponto deste mapa foi posteriormente representado por um vértice em um grafo.

Sabendo que a aplicação teria a capacidade de identificar o ponto de origem, local onde o usuário se encontra, e com a solicitação pelo usuário, por meio da interface do protótipo do ponto de destino, tem-se os elementos necessários para aplicação do algoritmo de Dijkstra.

Neste caminho, a distância entre um ponto e outro é identificada como aresta, e cada uma delas tem um custo que é representado em metros, podendo-se assim calcular a distância a ser percorrida até que fosse necessário a mudança de direção. Para identificação da mudança de direção criou-se uma informação adicional que foi chamada de detalhe do caminho. Cada vértice que possui um detalhe diferente de zero identifica que neste ponto existe uma mudança de direção, e neste ponto o protótipo deveria informar ao usuário a nova direção a ser tomada, com isso ele saberia que deveria virar a direita ou a esquerda. Este detalhe foi identificado com uma frase gravada no banco de dados do protótipo, então a descrição do caminho seria feita por meio da soma dos custos das arestas com detalhe igual zero, identificando a distancia até o primeiro ponto de mudança de direção, ponto este que seria identificado por um detalhe contendo a frase de orientação. Esta frase será acrescentada ao texto montado até o momento, que possui a indicação de quantos metros deveria ser seguido em frente. Por fim, no momento em que o algoritmo identificar que alcançou o ponto de destino, ele acrescenta um texto informando que chegou ao destino e informa ao protótipo para que este faça a leitura do texto completo ao usuário.

Para que o algoritmo tenha eficiência, ele precisa ter a informação exata do ponto de partida e de chegada. O destino, ou ponto de chegada, será selecionado pelo usuário por meio da interface mobile, já o ponto de partida será fornecido ao aplicativo, por meio da aplicação do algoritmo de busca, baseado em um mapa de sinais Wi-Fi que serão fornecidos por quatro *access point* instalados no ambiente.

Instalação e Configuração do Access Point

Para a emissão dos sinais Wi-Fi no ambiente, decidiu-se por utilizar antenas de rádio frequência conhecidas como *access point*. Este equipamento permite fazer o roteamento de internet bem como a distribuição deste sinal via cabo ou rádio frequência, mas para a modelagem do mapa de sinais, que é abordada nesta experiência, foi utilizado o AP apenas como emissor de sinais Wi-Fi, descartando-se suas outras funcionalidades, exceto no momento da configuração das antenas.

Na configuração dos equipamentos foi feita a troca do nome de identificação de cada AP para que os mesmos possam ser reconhecidos pelo protótipo no momento de

utilizar seus sinais e também foi feita a alteração da senha de acesso ao programa de configuração do equipamento, evitando-se assim que estas configurações pudessem ser alteradas por usuários não autorizados.

As alterações feitas na configuração dos equipamentos foram necessárias para fornecer as informações que compõe a base do mapa de sinais utilizados pelo algoritmo de localização do protótipo.

Modelagem do Mapa de Sinais

Durante a fase denominada de treinamento, também chamada de *off-line*, é criado o mapa de sinais, que consiste em amostras relativas ao sinal Wi-Fi para cada ponto de um ambiente. Posteriormente, na fase de testes ou *on-line* é feita a tomada do valor das potências em um ponto qualquer do ambiente, e por meio de um algoritmo faz-se a comparação dos sinais tomados na fase de testes com os que foram colhidos na fase de treinamento (RODRIGUES, 2011).

A modelagem do mapa de sinais consistiu na criação de um modelo baseado em um ambiente onde se estudou a posição para instalação dos APs e também os detalhes deste ambiente, como corredores, portas e locais de acesso. Foi feito um mapeamento do ambiente e dos sinais das antenas, que serviu para os testes iniciais acerca da utilização de mapas de sinais.

Foram instalados quatro APs dentro deste ambiente, de modo que cada um deles ficou posicionado em um ponto diferente dos demais. Em seguida foi feita a leitura da potência de sinal em oito pontos distintos dentro do ambiente, anotada a potência do sinal para cada ponto e refeita a leitura da potência nos mesmos pontos onde comparou-se a segunda leitura com a primeira para verificação da possibilidade de identificação dos pontos por meio das potências lidas.

Esta experiência permitiu que se verificasse a inconstância do sinal Wi-Fi em ambientes fechados, sendo aferidas seis potências para o mesmo ponto em um curto espaço de tempo, e se verificou uma variação dentro da faixa de 10 Decibel Milliwatt (dBm).

A partir destes dados verificou-se que o mapa de sinais modelado com apenas uma amostra de potência para cada ponto seria insuficiente para a determinação do

ponto onde se encontra o dispositivo móvel na fase de testes do protótipo. Com base nesta constatação, decidiu-se que seria feita a tomada de cem amostras para cada ponto em relação a cada AP e com isso seria possível a utilização de algoritmos de inteligência computacional para identificar de forma mais precisa a localização do dispositivo móvel no ambiente.

Implementação do Algoritmo de kNN

O algoritmo kNN foi implementado no protótipo a fim de permitir que o mesmo identificasse a posição do dispositivo móvel no ambiente e com isso pudesse fazer a orientação de locomoção a partir do ponto de origem.

Este algoritmo faz a busca de informações divididas por classe em uma base de treinamento. Cada uma das antenas do ambiente foi tratada como uma classe, e suas medidas de potência de sinal foram colhidas em cada ponto num total de cem amostras por ponto. Sendo assim, a base do mapa de sinais foi preenchida conforme pode se observar na tabela 1, que representa o mapa de sinais para um ponto do ambiente, demonstrado por três amostras colhidas como exemplo (FERRERO, 2009).

Tabela 1: Exemplo de amostras de sinal.

Ponto	Antena (classe)	Amostra	Potência (rótulo)
10	1	1	-42
10	2	1	-60
10	3	1	-41
10	4	1	-56
10	1	2	-38
10	2	2	-62
10	3	2	-43
10	4	2	-55
10	1	3	-42
10	2	3	-62
10	3	3	-43
10	4	3	54

Para iniciar o algoritmo, o usuário utilizou a opção ‘descrever caminho’, desenvolvida na interface mobile do protótipo, neste momento o programa fez novamente a leitura da potência de sinal das quatro antenas, obtendo assim as informações que serão submetidas ao algoritmo. Para isso, foi desenvolvida uma estrutura que percorre a base de mapa de sinais e faz o cálculo da distância entre os

valores de potência de cada linha da base e as potências lidas pelo protótipo quando iniciado o algoritmo.

Para o cálculo da distância foi utilizada a distância euclidiana entre o ponto no qual os dados de potência de sinal foram comparados na fase de treino com as potências lidas pelo protótipo nesta fase de teste.

A informação de cada ponto e a sua distância euclidiana foram armazenados em uma tabela que, posteriormente foi ordenada pela distância armazenada e submetida a um filtro que irá selecionar as linhas com a maior probabilidade de fazer parte da mesma classe do ponto onde se encontra este dispositivo. De acordo com o valor de k , foi filtrada a linha entre as k mais próximas de acordo com a ordenação, e dentre elas foi retornado pelo algoritmo a posição mais provável onde o dispositivo móvel se encontra.

O estudo da teoria a respeito do *Nearest Neighbor* (NN) permitiu que a abstração do mapa de sinais fosse implementado em um algoritmo utilizando o modelo de classes abordado pelo k NN, que serviu como base para o desenvolvimento da funcionalidade de localização da interface *mobile*.

Desenvolvimento da Interface *Mobile*

Para aplicação prática dos estudos deste trabalho desenvolveu-se uma aplicação *mobile* com interface baseada nos critérios de acessibilidade descritos anteriormente. O desenvolvimento da aplicação foi feito na linguagem Java, utilizando-se a ferramenta de desenvolvimento *Eclipse SDK 4.2.1*, o que permitiu que a aplicação móvel rodasse na plataforma *Android*. O equipamento utilizado para o desenvolvimento foi um notebook da marca Acer, modelo *Aspire* com sistema operacional *Windows 7*.

Nos testes relacionados as funcionalidades de acessibilidade da ferramenta foi utilizado como dispositivo móvel um celular da marca *Samsung*, modelo *GT-I9100 Galaxy S2*, usando como plataforma o sistema operacional *Android* versão 4.1.

O banco de dados utilizado para o armazenamento das informações foi o *SQLite*, que é um banco de dados nativo do *Android*, e possui as funcionalidades de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) necessárias para funcionamento da aplicação.

As ferramentas descritas acima que foram utilizadas para desenvolvimento do protótipo, com exceção do sistema operacional *Windows*, são gratuitas e estão disponíveis na internet para instalação.

De acordo com os requisitos levantados, a aplicação foi desenvolvida de forma com que as escolhas fossem feitas utilizando a tela *touch screen* e os resultados apresentados, além da forma visual, também de forma audível. Para isso, utilizou-se o sintetizador de voz nativo do *Android*, que converte texto em linguagem natural. Neste sintetizador a leitura do texto é feita com a pronúncia em inglês, então para facilitar a compreensão por parte do usuário, foi adquirido e instalado o pacote de voz *Svox Luciana*, permitindo que a leitura do texto fosse feita em português.

Além da leitura do texto gerado pela aplicação, para indicação do caminho a ser seguido, pode ser utilizada a opção de clicar sobre qualquer ponto da tela que tenha algum texto, como um botão, por exemplo, para que o conteúdo deste seja lido ao usuário. A seleção de opções é feita por meio de um duplo click sobre a opção desejada e a rolagem da barra é feita com o toque de dois pontos simultâneos da tela.

Ao clicar na opção 'Descrever Caminho' inicia-se o processo de localização do dispositivo dentro do ambiente. Este processo de localização feito por meio do algoritmo kNN retorna ao programa a informação do ponto de origem para orientação, desta forma tem-se disponível no aplicativo os pontos de partida e de origem.

Em seguida aplica-se o algoritmo de Dijkstra que irá montar o texto com o caminho a ser seguido, que será convertido em voz através da biblioteca *TextToSpeech* disponibilizada pela plataforma *Android*.

TESTES DE VALIDAÇÃO

A validação do protótipo consistiu de quatro etapas: teste da usabilidade da interface desenvolvida, visando aplicar os critérios de acessibilidade para deficientes visuais; avaliação da interação entre a aplicação móvel e as antenas de redes sem fios no sentido de determinar a posição do dispositivo dentro do ambiente; análise da resposta da ferramenta de localização e orientação versus o modelo de armazenamento desenvolvido; e, validar os algoritmos de localização e orientação da ferramenta de

maneira que fosse possível a localização e orientação de um deficiente visual no ambiente controlado.

No intuito de testar a usabilidade da interface teve-se a colaboração de uma segunda pessoa com deficiência visual severa, que participou de uma entrevista na qual foi feita uma explanação a respeito do objetivo do projeto, funcionalidades do protótipo e resultados esperados.

Nesta entrevista foi possível verificar que os requisitos de acessibilidade foram atendidos, haja vista que mesmo sem o prévio conhecimento da ferramenta, foi possível por parte do usuário selecionar as opções de acesso disponíveis no sistema, bem como entender perfeitamente as orientações feitas pela leitura do texto por parte do aplicativo.

Os pontos principais observados foram: a facilidade de uso do protótipo, pois, segundo o usuário, a interface se mostrou objetiva para escolha da opção, e o resultado por meio de uma voz sintética, possui clareza na leitura do texto facilitando a interação entre a ferramenta e o usuário.

Para avaliar a interação entre a aplicação *mobile* e as antenas de rede sem fio, foram feitos testes em um ambiente onde se instalou, além das quatro antenas que compõe os equipamentos da base do mapa de sinais, mais duas antenas não registradas no banco de dados. Os resultados dos testes se apresentaram dentro do esperado, pois tanto na montagem do mapa de sinais pela aplicação, quanto na leitura das potências na fase online, o aplicativo reconheceu somente as antenas registradas e também registrou individualmente as potências de cada uma delas.

Na validação final da ferramenta, que foi feita no ambiente real, foi possível orientar-se utilizando a interface desenvolvida em 60% dos testes. Com os resultados coletados na execução dos testes elaborou-se a tabela 2, de forma a tabular as informações e validar os resultados.

Tabela 2: Amostras para testes de localização.

Localização Real (Ponto)	1	3	5	6	9	16	11	16	8	2	
Localização Aferida (Ponto)	1	3	5	7	9	16	12	16	9	1	% Final
Acerto (%)	100	100	100	0	100	100	0	100	0	0	60

Observou-se que na maioria dos casos onde se verificou falhas, estas ocorreram no algoritmo de localização devido à inconstância do sinal Wi-Fi.

Já o algoritmo de orientação se mostrou eficiente em 80% dos casos, sendo verificada sua ineficiência no que tange a identificação do sentido no qual o usuário deva seguir, em alguns momentos o usuário dirigia-se no sentido norte do ambiente, e era orientado pelo algoritmo a se deslocar no sentido contrário. A tabela 3 registra as informações tabuladas para validar o resultado.

Tabela 3: Amostras para testes de orientação.

Ponto origem	2	16	3	9	7	16	13	3	8	3	
Ponto destino	3	3	5	16	9	14	12	16	16	1	% Final
Acerto (%)	100	100	100	0	100	100	0	100	100	100	80

A ferramenta de localização e orientação respondeu de forma satisfatória com relação ao modelo de armazenamento desenvolvido, visto que, na maioria dos testes, o algoritmo identificou o ponto onde se encontrava o dispositivo móvel no ambiente e por meio da abstração do modelo mapeado no banco de dados, foi possível a formação do texto de orientação do usuário.

CONCLUSÃO

Ao longo do estudo realizado foi possível o desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos móveis que fez uso de um mapa de sinais para a localização e orientação em ambiente controlado, no qual a modelagem do banco de dados em relação ao mapa RSSI, e as rotas possíveis dentro deste ambiente, permitiram uma maior facilidade na locomoção dos usuários que participaram dos testes do protótipo.

A ferramenta desenvolvida oferece recursos de acessibilidade voltados a pessoas com deficiência visual, levando em consideração os critérios estudados na fundamentação teórica desta pesquisa, e, desta forma, utilizando os padrões de acessibilidade já existentes no mercado.

Devido à inconstância do sinal Wi-Fi, o modelo para armazenamento das informações do ambiente foi aperfeiçoado a partir da ideia inicial, no qual seria armazenada uma amostra de cada potência de sinal para cada antena em cada ponto, para um modelo no qual tem-se um mapa com várias amostras de sinal para o mesmo ponto, permitindo assim que fosse utilizado um algoritmo de inteligência

computacional, no caso o kNN, para determinar a posição do dispositivo móvel dentro de um ambiente servido por sinal Wi-Fi.

O algoritmo para localização foi aperfeiçoado durante o desenvolvimento do protótipo, pois inicialmente estimava-se que as potências de sinal Wi-Fi emitidas em um ambiente fechado tivessem um comportamento estável, o que não se verificou na prática. Com isso, os estudos voltaram-se a busca de um algoritmo de inteligência computacional que pudesse realizar esta tarefa de determinação da localização do dispositivo móvel. Neste caso, utilizou-se o algoritmo kNN que se mostrou eficiente em 60% dos testes efetuados na fase on-line.

Com relação à arquitetura de interação entre o dispositivo móvel e as antenas de redes sem fio, o aplicativo desenvolvido comunicou-se perfeitamente com as antenas através das APIs disponíveis na linguagem de programação utilizada, de forma que foi possível desenvolver uma aplicação que comunicasse com a estrutura de antenas instaladas na fase de testes.

A orientação do usuário após a localização do dispositivo móvel por meio do algoritmo kNN, e da escolha do ponto de destino utilizando a interface mobile, foi implementada por meio do algoritmo de Dijkstra em conjunto com a API da linguagem que transforma texto em sintetização de voz. Sendo assim, foi possível desenvolver uma aplicação de localização e orientação, para deficientes visuais baseado no modelo definido.

REFERÊNCIAS

DIAS, C. O; PASSERINO, L. M. **Uma Proposta de Metodologia para Adoção de OA Usando Critérios de Acessibilidade**. 2009. 11 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FERRERO, C. A. **ALGORITMO kNN para Previsão de Dados Temporais: Funções de Previsão e Critérios de Seleção de Vizinhos Próximos Aplicados a Variáveis Ambientais em Limnologia**. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, USP, São Carlos, 2009.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Rio de Janeiro. **Censo 2010**: País tem declínio de fecundidade e migração e aumentos na escolarização, ocupação e posse de bens duráveis. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2018>>. Acesso em: 21 de nov. 2012.

NICHOLL, A. R. J. O Ambiente que Promove a Inclusão: Conceitos de Acessibilidade e Usabilidade. **Revista Assentamentos Humanos**, Marília, v. 3, n. 2, p. 49-60, 2001.

RODRIGUES, M. L. **Localização em Ambientes Internos Utilizando Múltiplas Tecnologias sem Fio**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.