

## **Acessibilidade em mapas urbanos para portadores de deficiência visual total**

**Simone I. R. Xavier, Clodoveu A. Davis Jr.**

Departamento de Ciência da Computação – UFMG

Belo Horizonte, MG – Brasil

[simone.xavier, clodoveu]@dcc.ufmg.br

***Resumo.** Um dos Grandes Desafios para a Computação brasileira é garantir o acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento. No entanto, ainda hoje, a maior parte das informações geográficas contidas em mapas na Web está disponível apenas através de imagens, que não são acessíveis para pessoas com deficiência visual total. Tais pessoas contam com recursos, tais como síntese de voz e leitura de textos na tela, que não são facilmente adaptáveis para o conteúdo geográfico. Este artigo apresenta um sistema em desenvolvimento que tem como principal objetivo tornar as informações contidas em mapas de ruas e avenidas acessíveis para essas pessoas, possibilitando que elas explorem o conteúdo geográfico e naveguem no espaço urbano de acordo com o seu interesse.*

### **1. Introdução**

No mundo há 314 milhões de pessoas com deficiências visuais (PCDVs) e cerca de 45 milhões de pessoas incapazes de enxergar [OMS, 2010]. No Brasil, de acordo com o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), esses números também são significativos: há 6,5 milhões de pessoas com algum grau de deficiência visual e, entre elas, 528 mil são não enxergam. Entretanto, essas pessoas ainda encontram uma série de dificuldades para utilizar sistemas informatizados e ter acesso aos recursos que estão disponíveis para aqueles que não possuem essa deficiência. Tendo em vista a importância do incentivo a pesquisas que contribuam para essa área, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) incluiu essa questão dentro do quarto Grande Desafio para a pesquisa em Ciência da Computação para a década de 2006 a 2016 [SBC, 2006], que trata do “Acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento”.

Atualmente os mapas fazem parte do cotidiano das pessoas, estando presentes na televisão, em jornais, revistas e na Internet. Isso contribuiu fortemente para a popularização do acesso à informação geográfica [Nogueira, 2010]. As PCDVs podem utilizar o computador de forma independente com o auxílio de sistemas leitores de tela. Esses programas permitem que o usuário interaja com o computador utilizando apenas o teclado, e sua principal função é fazer uma síntese do som correspondente ao texto que é exibido ao usuário, retornando todo o *feedback* em áudio. No entanto, quando informações são exibidas apenas através de imagens, sem um texto correspondente, os sites e aplicativos se tornam inacessíveis para essas pessoas. Isso é o que acontece com os mapas na Web. Como são renderizados, em geral, por meio de imagens, mesmo o texto contido nos mapas é inacessível para os leitores de tela.

Considerando esse contexto, este trabalho apresenta a implementação de uma forma alternativa para apresentação de mapas na Web [Xavier e Miranda, 2010], na qual as informações geográficas são também exibidas de forma textual, sendo, portanto, acessíveis para os usuários de leitores de tela. A proposta consiste na utilização de recursos da Web para proporcionar uma experiência interativa, permitindo que o usuário possa se aprofundar nas informações geográficas de acordo com seu interesse. Este artigo descreve a implementação de um protótipo de um sistema Web, utilizando um banco de dados geográfico contendo ruas e avenidas da cidade de Belo Horizonte (MG), que permite a navegação pelo mapa. Naturalmente, o conceito pode ser estendido a outras cidades, bastando apenas acrescentar dados do arruamento.

O objetivo do aplicativo apresentado é contribuir para aumentar o acesso às informações contidas em mapas para PCDVs. A ideia principal do sistema é possibilitar que uma PCDV interaja com o mapa informando um endereço inicial e explorando as ruas e avenidas próximas de forma livre. O software apresenta uma contribuição de caráter informativo, reorganizando e apresentando de forma acessível o conhecimento que seria equivalente a “olhar para o mapa”, no caso de uma pessoa sem deficiência.

O artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta trabalhos relacionados. Em seguida, a Seção 3 traz detalhes sobre o aplicativo desenvolvido. Na Seção 4 são explicadas as medidas tomadas para tornar o sistema acessível. Por fim, na Seção 5 é feita a conclusão e apresentadas possibilidades de trabalhos futuros.

## 2. Trabalhos relacionados

Em um estudo anterior [Xavier e Miranda, 2010], foi realizada uma pesquisa com proposta semelhante, porém ao invés do uso de um banco de dados geográfico próprio, foi utilizada a *Application Program Interface (API)* do Google Maps<sup>1</sup> para obtenção de dados urbanos. No entanto, para obter os dados necessários para possibilitar ao usuário a navegação no mapa a cada cruzamento utilizando essa API, foi necessária a utilização de uma heurística, e em vários casos o sistema não apresentava as informações corretamente. Outra dificuldade encontrada é que era necessário tratar o texto retornado pela API para apresentação dos dados de forma significativa para o usuário, e qualquer mudança que ocorresse na API quanto ao formato de retorno do texto poderia acarretar no mau funcionamento do sistema. Nesse estudo a interface passou por vários validadores de acessibilidade automáticos e ainda pelo teste com dois usuários, confirmando que a interface era acessível.

Wasserburger et al. (2011) apresentaram também uma proposta parecida, que consistia em mapas para PCDVs na Web apresentados de forma textual e interativa, utilizando *OpenStreetMaps* como fonte de dados. Porém, no trabalho não foram abordados detalhes nem da implementação e nem da interface, sendo apresentado apenas uma visão geral do que foi desenvolvido. Com exceção do estudo apresentado por Xavier e Miranda (2010), esse foi o único artigo encontrado que trata de mapas na Web para PCDVs. O uso de texto para apresentar informações geográficas também foi abordado em uma investigação preliminar apresentada por Thomas (2012), porém não foi tratada a possibilidade de uso desse recurso de forma interativa na Web.

---

<sup>1</sup> <http://code.google.com/intl/pt-BR/apis/maps/documentation/javascript/>

Várias contribuições tem sido feitas no sentido de se tornar a informação geográfica disponível de outras formas. Uma delas é a utilização de recursos táteis. Doi et al. (2010) criaram um hardware específico com guia em áudio para impressão de mapas táteis como uma alternativa aos outros dispositivos existentes para o mesmo fim. Jansson e outros (2005) realizaram experimentos com a utilização de mouse háptico, que poderia substituir a impressão dos mapas, porém nos testes realizados os usuários tiveram muitas dificuldades e o recurso pareceu limitado. Ainda nesse sentido, também foi proposta uma solução que permite que mapas 2D disponíveis na internet possam ser compreendidos por PCDVs através de um dispositivo tátil com auxílio em áudio e interfaces multimodais [Kaklanis, 2011]. Porém, todos esses trabalhos exigem que o usuário adquira equipamentos específicos, o que muitas vezes não é viável ou mesmo limita o acesso às informações geográficas se comparado o acesso na Web.

Há também trabalhos que propõem soluções para plataformas móveis. Vários estudos trazem contribuições no sentido de auxiliar as PCDVs na navegação através da integração com o GPS, dando direções de como chegar a um destino considerando o local onde a pessoa se encontra. Entretanto, não há a possibilidade do usuário explorar o mapa. Como exemplo pode-se citar os estudos apresentados por Ivanov (2008), Sánchez (2009) e por Holland et al. (2002). Foram encontrados também trabalhos que consideram a exploração do mapa, como é o caso do estudo apresentado por Poppinga et al. (2011), que consiste em uma investigação preliminar sobre a viabilidade de se usar vibração e síntese de fala como *feedback* para exploração de mapas em celulares. Para tal, foi considerada uma aplicação que permite explorar o mapa em um celular *touchscreen* integrado com GPS.

Pode-se observar que existe um número significativo de trabalhos direcionados para a plataforma móvel e diversos trabalhos que consideram o uso de mapas táteis, mas há ainda poucos estudos no sentido de viabilizar o uso de mapas para as pessoas com deficiência visual diretamente na Web, que é o foco do presente artigo.

### **3. O aplicativo**

O sistema tem por objetivo permitir ao usuário se informar sobre a vizinhança de um endereço fornecido por ele, ou seja, possibilitar que ele entenda a disposição de ruas e avenidas próximas a esse endereço. Ele poderá, então, percorrer a região para conhecer a estrutura geográfica em torno do local escolhido sem a necessidade de informar um endereço de destino. A exploração do mapa é feita de esquina em esquina, de modo que o usuário possa perceber todas as ruas que cruzam o caminho onde ele está e possa escolher qual delas deseja percorrer.

Para utilização do sistema, o usuário já deverá possuir um leitor de tela instalado no computador, o que é algo esperado, já que pessoas com deficiência visual total precisam dessa ferramenta para utilizar o computador de modo independente. Com o leitor de tela instalado, o usuário consegue abrir o *browser* e acessar a aplicação desenvolvida informando o site. A interação se inicia com a ação do usuário de informar um endereço que deseja explorar e em seguida o acionamento do botão “pesquisar” (Figura 1). O sistema localiza o endereço fornecido e determina, com base em uma rede cujos nós representam cruzamentos e cujos arcos correspondem a trechos de logradouro, as posições que podem ser acessadas a pé a partir do ponto de origem. Cada opção é apresentada com uma indicação de direção (virar à direita, virar à esquerda, seguir em

frente, retornar), a identificação do logradouro correspondente, e a distância até o próximo nó da rede. Como o sistema tem o objetivo de possibilitar uma exploração virtual do mapa, cada vez que o usuário seleciona uma opção ele desloca o foco para a próxima esquina. Com isso, não existe a necessidade de obter a localização em tempo real (p. ex, utilizando GPS). Além disso, o conteúdo da tela pode ser inteiramente interpretado por um leitor de tela. O mesmo procedimento pode ser adaptado para dar instruções de percurso ao longo de uma rota previamente determinada dentro da rede de logradouros e cruzamentos.

Uma ilustração do sistema em funcionamento pode ser vista na Figura 1. No topo há uma caixa de texto onde o usuário deve informar o endereço desejado. Logo abaixo, em “Onde está agora”, é informado ao usuário o endereço correspondente ao local que o usuário escolheu no passo anterior. Em “Escolha o próximo passo” pode ser observado um exemplo das opções que poderiam aparecer para o usuário. Por fim, em “Passos escolhidos anteriormente” é mantido um histórico de todas as escolhas feitas pelo usuário, ou seja, um histórico do caminho percorrido virtualmente.

## Exploração de mapas - Conheça a região próxima a um endereço

Aviso: Esta página é atualizada dinamicamente.  Desejo ser avisado quando a página for atualizada.

**Informe o endereço**

**Endereço a ser explorado:**

---

**Onde está agora**

*Opção escolhida:* "Seguir na **Avenida Augusto de Lima**, em direção à **Avenida do Contorno**"  
*Você está em:* "Avenida Augusto de Lima esquina com Avenida do Contorno"

---

**Escolha o próximo passo**

1. [Voltar para Avenida Augusto de Lima, 2109.](#)
2. [Virar à Direita na Avenida Augusto de Lima e andar aproximadamente 141 metros.](#)
3. [Seguir na Avenida do Contorno e andar aproximadamente 131 metros.](#)
4. [Seguir na Avenida do Contorno e andar aproximadamente 144 metros.](#)
5. [Virar à Esquerda na Rua Ituiutaba e andar aproximadamente 74 metros.](#)
6. [Virar à Direita na Rua Joao Lucio Brandao e andar aproximadamente 163 metros.](#)

---

**Passos escolhidos anteriormente**

1. Seguir na **Avenida Augusto de Lima**, em direção à **Avenida do Contorno** e andar aproximadamente 46 metros.  
*Distância total aproximada:* 46 metros.

**Figura 1. Imagem da aplicação durante a interação com o usuário**

O aplicativo foi desenvolvido utilizando a linguagem PHP<sup>2</sup>, apoiado pelo gerenciador de bancos de dados geográficos PostGIS<sup>3</sup>. As descrições apresentadas ao usuário são geradas a partir da geometria dos nós e arcos da rede, utilizando também seus atributos descritivos. A determinação da direção de deslocamento é feita a partir da análise da geometria dos arcos na vizinhança imediata dos nós, usando funções do PostGIS.

Internamente, a aplicação funciona da forma ilustrada na Figura 2. O usuário entra no *browser* e acessa a aplicação, informando um endereço. O servidor PHP recebe a requisição e envia uma consulta ao banco de dados (no caso, o PostGIS). As informações retornadas são tratadas pelo aplicativo PHP e devolvidas para o *browser* em forma de novas opções, apresentadas como links que o usuário pode acionar. Cada vez que o usuário escolhe uma nova opção, por exemplo, “Virar a direita na Av. Amazonas – 30 metros”, será enviada uma nova requisição para o PHP.

<sup>2</sup> [http://br2.php.net/manual/pt\\_BR/preface.php](http://br2.php.net/manual/pt_BR/preface.php)

<sup>3</sup> <http://postgis.refrains.net/>

#### 4. Acessibilidade da aplicação

Em relação à acessibilidade, diversas medidas foram tomadas. O sistema foi projetado de modo que toda a navegação possa ser feita através do teclado. Além disso, como a aplicação utiliza requisições assíncronas<sup>4</sup>, logo no início da página foi inserido um aviso, informando que a página é atualizada dinamicamente. Junto a essa mensagem, está presente uma caixa de marcação, para que o usuário possa optar por ser avisado quando a página for atualizada. Caso o usuário tenha escolhido ser avisado, assim que a execução da requisição assíncrona terminar, será exibida uma tela de confirmação informando o término da atualização e perguntando se o usuário deseja ouvir as modificações. Caso ele selecione o botão “OK”, as opções de caminho recebem o foco, e, assim, o leitor de tela começa automaticamente a ler seu conteúdo. Para melhorar a usabilidade, foram acrescentados itens de *feedback* para o usuário: informações sobre qual foi a última opção escolhida, qual é a localização do usuário e também quais os passos que já foram dados.



Figura 2. Funcionamento da aplicação

#### 5. Conclusão

O presente trabalho apresentou um trabalho em andamento, que visa contribuir para a inclusão social das pessoas com deficiência visual. O objetivo é popularizar o acesso à informação contida em mapas urbanos, disponibilizando as informações na Web de forma textual e interativa. O sistema foi desenvolvido utilizando um banco de dados geográfico do município de Belo Horizonte (MG), mas pode ser facilmente estendido para outros municípios.

Em comparação com o trabalho anterior [Xavier e Miranda, 2010], o presente trabalho traz contribuições por não apresentar margem de erro, algo que é crucial principalmente quando se trata de pessoas com deficiências visuais. A desvantagem é que os dados podem ficar desatualizados caso não haja um convênio com o produtor de dados urbanos, já que o banco de dados é armazenado em servidor local. Esse aspecto poderia ser resolvido pela conexão a um serviço Web oferecido pelo próprio produtor dos dados (em geral uma prefeitura), como parte de uma infraestrutura de dados espaciais pública.

Existem diversas possibilidades de trabalhos futuros. Entre elas pode-se citar:

- Integração da exploração de mapas com um serviço de rotas de uma origem até um destino, de forma que seja possível explorar cada passo da rota. Por exemplo, se na rota há um passo “Vire a esquerda na Av. Amazonas”, o sistema poderia permitir que o usuário explorasse esse ponto e pudesse verificar quais são as próximas ruas que cortam aquele trecho, por exemplo.

<sup>4</sup> As requisições assíncronas são realizadas com a tecnologia *Asynchronous Javascript and XML* (AJAX).

- Incluir informações de pontos de interesse. tais como padarias e farmácias, pois pessoas com deficiência visual conseguem reconhecer esses tipos de estabelecimentos pelo olfato, e os utilizam como ponto de referência.
- Investigar quais os tipos de informação seriam interessantes para acrescentar no mapa de forma a tentar aumentar a segurança para as PCDVs, informando, por exemplo, se o passeio é estreito ou se tem muitos buracos.

## Referências

- Doi, K., Toyoda, W., Fujimoto, H. (2010) “Development of tactile map production device and tactile map with multilingual vocal guidance function”, In: Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility.
- Holland, S., Morse, D. R., Gedenryd, H. (2002) “AudioGPS: Spatial Audio Navigation with a Minimal Attention Interface”, In: Personal Ubiquitous Comput. 6, 4 (2002), 253-259.
- Ivanov, R. (2008) “Mobile GPS Navigation Application, Adapted for Visually Impaired people”, In: Proceeding of International Conference Automatics and Informatics’08
- Jansson, G., Pedersen, P. (2005) “Obtaining Geographical Information from a Virtual Map with a Haptic Mouse”, In: Proc. XXII International Cartographic Conference.
- Kaklanis, N., Votis, K, Moschonas, P., Tzovaras, D. (2011) “HapticRiaMaps: towards interactive exploration of web world maps for the visually impaired”, In: Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility.
- Nogueira, R. (2010). “Mapas como facilitadores na inclusão social de pessoas com deficiência visual”, In: Com Ciência: revista eletrônica de jornalismo científico.
- OMS, Organização Mundial de Saúde. 2010  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>, Acessado em Julho de 2012.
- Poppinga, B., Magnusson, C., Pielot, M., Rassmus-Gröhn, K. (2011) “TouchOver map: audio-tactile exploration of interactive maps”, In: MobileHCI '11.
- Sánchez, J. (2009). “Mobile Audio Navigation Interfaces for the Blind”, In: UAHCI '09.
- SBC. 2006. “Grand Challenges for Computer Science Research in Brazil 2006-2016, workshop report”, 2006.
- Thomas, K. E., Spripada, S., Noordzij, M. L. (2012) “Atlas.txt: exploring linguistic grounding techniques for communicating spatial information to blind users”, In: Universal Access in the Information Society. Volume 11, Número 1 (2012), 85-9.8
- Wasserburger, W., Neuschmid, J., Schrenk, M. (2011) Web-based City Maps for Blind and Visually Impaired”, In: REAL CORP 2011.
- Xavier, S. I. R, Miranda Junior, P. O. (2010). “Implementação de uma interface interativa para exploração de mapas por pessoas com deficiência visual”, Trabalho de diplomação apresentado na PUC-MG.