

# Uma Ferramenta com Múltiplas Visões Coordenadas para Dispositivos Móveis

<sup>1</sup>Sergio Clayton Viana Pinheiro, <sup>1</sup>Leandro Almeida, <sup>1</sup>Bianchi Serique Meiguins,  
<sup>2</sup>Aruanda Simões Gonçalves Meiguins

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)

<sup>2</sup>Área de Ciências e Tecnologia – Centro Universitário do Pará (CESUPA)  
{serclay, leandrosi85}@yahoo.com.br, bianchi.serique@terra.com.br,  
aruanda@redeinformatica.com.br

**Abstract.** The aim of this paper is to present architecture, functionalities and a case study of an information visualization tool for mobile device platforms. The tool implements multiple views coordinated. The prototype has been developed with J2ME language, what guarantees portability. It presents two visualization techniques: treemap and scatter plot graphs with georeferenced maps. The case study is a tourism application. Besides, preliminary usability tests were performed with users.

**Palavras-Chaves:** Visualização de Informação, Visões Coordenadas, Ferramentas de Visualização, Treemap, Scatterplot, Dispositivos Móveis.

## 1 Introdução

O crescente aumento do número de pessoas utilizando dispositivos móveis se deve, entre inúmeras vantagens, ao fato da necessidade se obter ou carregar informação para acesso em tempo real para toma de decisões.

Contudo, quando o processo de tomada de decisão necessita de muitos dados os recursos limitados dos dispositivos móveis se tornam uma barreira [10]. Assim, já que não se pode simplesmente aumentar as dimensões da tela, como se pode mostrar mais informações na mesma?

Buscar novas formas de representar, apresentar e interagir com dados são objetivos da área de visualização de informação. A visualização de informação permite de forma interativa a exploração de grandes volumes de dados abstratos e multidimensionais [4]. Essa afirmação é verdade quando se tem bons espaços para visualização de dados, e no contexto dos dispositivos móveis?

Além disso, diferentes técnicas de visualização são freqüentemente utilizadas para apresentar aspectos complementares dos dados, porém o uso de várias técnicas pode ocasionar uma sobrecarga de interações e mudanças de contextos. Para minimizar esta sobrecarga utiliza-se a estratégia de coordenar o conteúdo, a aparência e o comportamento das visões [1].

A concepção e implementação de uma ferramenta embarcada em dispositivos móveis que utilize técnicas de visualização de informação coordenadas é um desafio, e é o objetivo principal de apresentação deste artigo.

Adicionalmente foi concebida uma arquitetura baseada em trabalhos anteriores para implementação do protótipo que será apresentado, no padrão de software MVC (Model View Controller) [9] [14] [7].

Como estudo de caso foi implementado um protótipo voltado ao setor de turismo que utiliza múltiplas técnicas de visualização de informação de forma coordenada, com as técnicas dispersão de dados em mapas e treemap. A aplicação foi totalmente desenvolvida em JavaME, garantindo principalmente portabilidade. Ensaios preliminares de usabilidade foram realizados e seus resultados são comentados ao final do artigo.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 uma breve introdução a visualização de informação e visões coordenadas. Na seção 3, são apresentados alguns trabalhos relacionados. Na seção 4, são detalhados o protótipo e seu funcionamento. Na seção 5 são apresentados alguns resultados dos ensaios de usabilidade realizados. E por fim, na seção 6, considerações finais e trabalhos futuros

## 2 Visualização de Informação e Visões Coordenadas

A visualização de informação é uma representação visual interativa que transforma dados abstratos em uma representação visual que é compreendida prontamente por um usuário, podendo então gerar um novo conhecimento da relação entre os dados. Pode ser usada para tarefas como identificação, correlação multivariada, procura, consulta, exploração e comunicação. Os dados são tipicamente quantitativos ou categorizados, mas também podem incluir textos não estruturados, vários tipos de mídias diferentes e objetos estruturados [17].

A utilização de duas ou mais técnicas de visualizações distintas permite um maior apoio no processo de investigação dos dados [1]. Uma visualização é considerada distinta das outras visualizações quando ela permite ao usuário aprender diferentes aspectos da entidade conceitual quando apresentado diferentes dados ou enfatizando diferentes aspectos dos mesmos dados.

O propósito da coordenação é especificar as mudanças apropriadas para cada visão quando o usuário interage com uma delas ou com qualquer outro mecanismo de interação. Os mecanismos coordenados de interação devem manter as visões coerentes e facilitar a descoberta de relacionamentos não triviais entre os dados [12].

As seguintes técnicas podem ser destacadas como as principais possibilidades de coordenação [16].

- Seleção (brushing): destaque dos dados selecionados em outras visões.
- Filtro: dados de um intervalo específico não são representados na visão.
- Cor, transparência e tamanho: usado para representar a variação de valores de um atributo selecionado pelo usuário. O mesmo critério pode ser usado para representar as informações em diferentes visões.
- Ordem: a ordem em que os dados são apresentados em cada visão pode ser determinada pelos valores de um atributo do conjunto de dados.

- Rótulo: especifica o conteúdo dos rótulos associados a cada item de dados.
- Manipulação de Atributos: permite ao usuário adicionar, remover ou modificar a ordem dos atributos na representação visual.

### 3 Trabalhos Relacionados

Dentre os trabalhos relacionados destacam-se três:

- Heimonen [8] fez um estudo sobre várias técnicas de visualização que poderiam ser utilizadas em dispositivos móveis. Além disso, apresenta um framework de avaliação que pode ser utilizado para avaliar a adequação das técnicas de visualização para seu uso em dispositivos móveis.
- Engdahl [5] implementou a técnica de Visualização de Informação Treemap em dispositivos móveis para a análise de bases de dados de fóruns de discussão. A técnica utiliza retângulos coloridos que aproveitam 100% do limite da tela disponível no dispositivo. Esse estudo demonstra que os benefícios da técnica Treemap utilizada em ambientes desktops também são válidos para ambientes de dispositivos móveis.
- Carmo [3] desenvolveu um protótipo que integrou mecanismos de filtros, critérios semânticos e múltiplas representações com diferentes níveis de detalhes para geração de representações inteligíveis como resultados de consultas de informações geográficas e em ambientes móveis.

### 4 O Protótipo

O Protótipo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JavaME [11] e o hardware utilizado foi o Dell Axim X51v. Como a Sun [18] não possui nenhuma máquina virtual (JVM) para pocketPCs, foi necessário utilizar a JVM paga NSICOM's CrEme JVM [13] em sua versão de avaliação.

São utilizados os mapas disponibilizados pela Google®, através de seu serviço Google Maps [6]. Uma vez carregado através de uma conexão com a Internet, os mapas são guardados na memória secundária do dispositivo, não sendo necessário ter uma conexão ativa em uma próxima consulta, a não ser que se necessite de uma nova parte do mapa, ou nível de zoom diferente.

A seguir serão apresentadas as principais funcionalidades do protótipo desenvolvido que implementa técnicas de visualização de informação coordenadas em dispositivos móveis.

#### 4.1 Base de dados

A base de dados utilizada para os exemplos contém informações sobre restaurantes-bares-lanchonetes e hotéis. Outras bases não utilizadas nos exemplos são pontos turísticos, locadoras de carro, casas de câmbio e hospitais. Todas as bases têm em comum os itens Latitude e Longitude, utilizados para o georeferenciamento das

informações na técnica Dispersão-Mapa, e apresentam tanto dados categóricos quanto contínuos. Como pro exemplo, logradouro, preço médio, estacionamento, etc..

## 4.2 Arquitetura

O principal padrão de projeto utilizado na construção do protótipo foi o MVC (Model-View-Controller) [9]. Os benefícios do MVC para a visualização são bem estabelecidos, sendo que a principal vantagem desse modelo esta na sua habilidade de produzir múltiplas visões sobre um mesmo modelo de dados [14].

Segundo Krasner e Pope [9], o MVC é basicamente constituído por três camadas. São elas:

- **Models** representam a estrutura central de uma aplicação. Ele pode ser tão simples como um inteiro (um modelo de um contador) ou uma string (um modelo de um editor de texto), ou pode ser um objeto complexo como uma instancia de uma subclasse.
- **Views** lidam com tudo que for gráfico; elas solicitam dados de seus modelos para apresentação. Elas contem não só componentes necessários para apresentação, mas também podem possuir sub-visões e estar dentro de super-visões.
- **Controllers** agem como uma interface entre os Models e as Views e dispositivos de entrada (teclado, mouse, etc). Controllers também tratam do processamento das interações com outros View-controller: rastreiam o movimento do mouse entre visões, captam *clicks* do mouse, etc.

A Figura 1 representa a arquitetura do protótipo. Os principais módulos implementados são:

- **Modelo Dados** é a camada responsável pelo carregamento dos dados diretamente da Base de dados. Também é responsável pela pré-formatação dos dados para posterior visualização dos mesmos.
- **Modelo** é responsável pelo mapeamento dos dados dentro de um modelo visual, que é uma representação abstrata da cena a ser renderizada. Ele pode observar outras camadas como **Modelo Dados** e **Controlador** em busca de possíveis mudanças atualizando-se caso necessário. Isso garante que qualquer mudança nos dados ou interação seja propagada para todas as visualizações.
- **Controlador** é a camada responsável por processar as interações feitas pelo usuário, tais como mudança de visualização e filtro, repassando essas alterações para a camada **Modelo**.
- **Configura Coordenação** é responsável pelo gerenciamento das características coordenadas das visualizações, como cor, tamanho, seleção, etc.. Pode ser configurada através do **Controlador** e é permanentemente monitorada por **Modelo**, assim qualquer alteração nos itens coordenados é imediatamente repassada a todos os modelos de visões objetivando manter sempre uma sincronização entre as visões.
- **Visão** é a camada responsável pela apresentação gráfica das técnicas de visualização, sendo que as visões são montadas de acordo com seu modelo

de dados interno. Está sempre monitorando a camada **Modelo**, assim qualquer alteração no modelo de dados é imediatamente atualizada na visão.

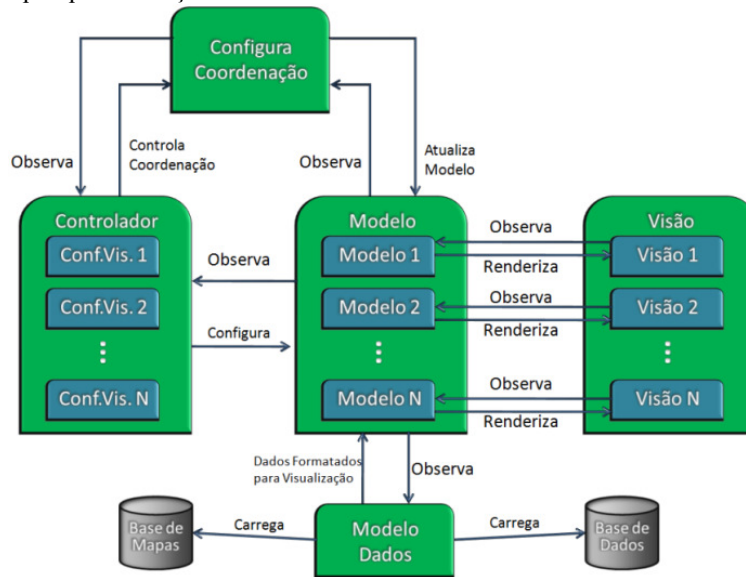


Fig. 1. Arquitetura do Protótipo

### 4.3 A Interface Usuário

A interface com usuário foi desenvolvida visando facilitar a interação *touchscreen* com botões e menus de fácil acesso. Outro ponto importante foi o aproveitamento da tela do portátil privilegiando as visões.

A interface é basicamente composta por dois contextos: o contexto de Visões e o contexto de Menu. Em Visões o usuário pode alternar entre as técnicas de visualização clicando no botão correspondente a visão desejada. No Menu estão localizadas as demais funcionalidades do protótipo como carregamento de base, filtros, configuração e finalização da aplicação (Fig. 2).

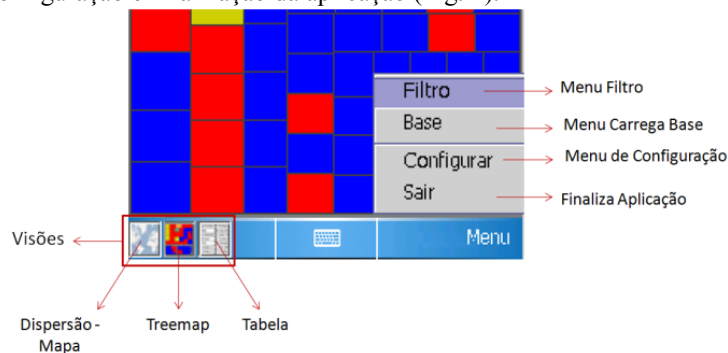


Fig. 2. A Interface do Protótipo.

#### 4.4 Características Coordenadas

Uma dos itens da visualização coordenados é a cor. Ao ser escolhido o atributo que mapeará a cor, essa ação será refletida em todas as técnicas. Outra funcionalidade coordenada é a técnica de seleção ou brushing. Seu funcionamento acontece da seguinte forma: ao selecionar um ou vários itens de dados em alguma das visualizações, esse mesmo item também é destacado nas outras visualizações e tabela de dados (Figura 3). Assim, se ao utilizar a técnica Treemap o usuário descobrir os restaurantes de seu interesse, poderá selecioná-los e posteriormente, na técnica de dispersão, localizá-los geograficamente, por exemplo.

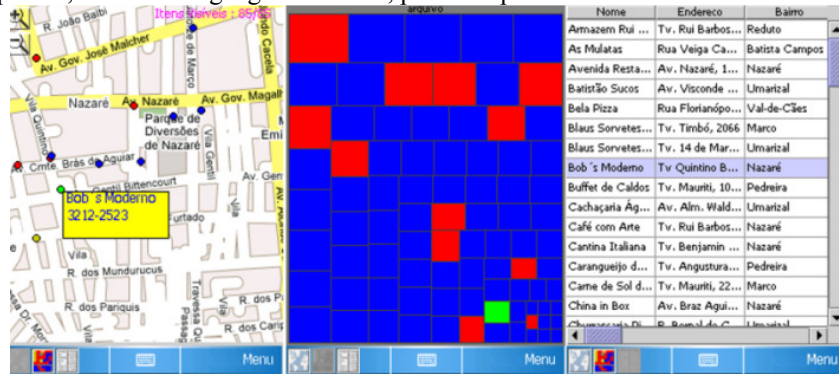


Fig. 3. A coordenação do brushing nas três visões.

A terceira funcionalidade em comum são os filtros. Uma vez aplicada os filtros na base, ele se propagará em todas as visualizações e tabela de dados, diminuindo ou aumentando os dados visíveis ( Figura 4).

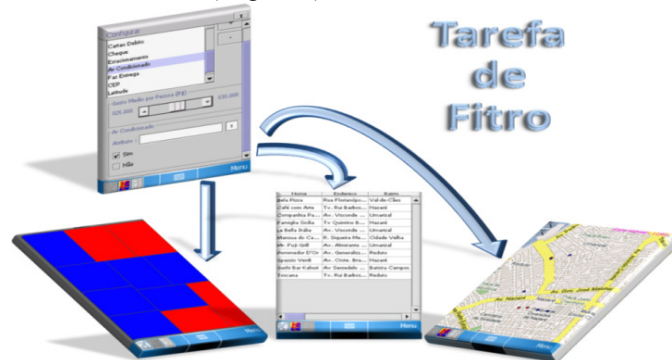


Fig. 4. Coordenação da funcionalidade filtro em todas as visões.

#### 4.5 Filtragem dinâmica

O filtro contínuo é representado pela barra de intervalo, que é configurada no carregamento de cada nova base, e esta associada aos atributos de valores numéricos com grande variedade (Figura 4).

O filtro discreto é representado por um conjunto de caixas de seleção (CheckBox) os quais representam os valores de um determinado atributo não numérico. (Figura 4).

#### 4.7 Construindo Rotas

A utilização de informações georeferenciadas permite a implementação de uma característica muito importante para o turista, a construção de rotas. Para acessar essa funcionalidade é necessário pressionar o apontador na tela do handheld. Ao aparecer o menu da funcionalidade é necessário informar ao sistema onde o usuário se encontra, e posteriormente para onde se quer ir (Fig. 8). Esse local pode ser selecionado a partir da tabela de dados ou de forma similar ao passo anterior.

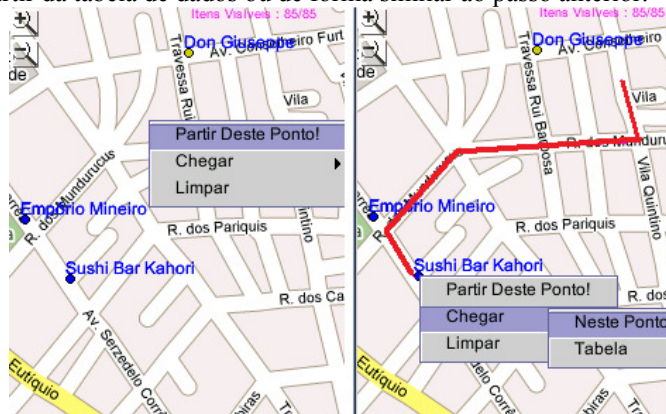


Fig. 8. Configuração para Cor.

## 5 Ensaios de Usabilidade

Os testes com usuários foram elaborados segundo a taxonomia de tarefas de usuários para visualização de informação multidimensional definidas por Pillat [15]. Foram elaboradas 3 tarefas e aplicadas em ordem crescente de complexidade, simples, média e complexa.

As tarefas especificadas para a base de restaurantes-bares-lanchonetes são:

- Há restaurantes de frutos do mar que faça entrega ?
- A maioria dos restaurantes com estacionamento e ar condicionado são mais caros no bairro de Nazaré ou no bairro de Reduto?
- Quais são as características, ou qual o perfil, dos restaurantes que fazem entregas ?
- As tarefas especificadas para a base de hotéis:
- Há hotéis no bairro de Nazaré que possuem quadra de esporte poliesportiva ?
- Qual o bairro que mais se encontram hotéis com estacionamento próprio e possuem salas para negócio ?
- Qual o perfil dos hotéis que possuem academia ?

Os testes contaram com a participação de 8 usuários, nenhum possuía experiência com handhelds mas tinham bons conhecimentos de técnicas de visualização de informação.

Cada teste foi acompanhado por um observador que tomou nota dos problemas de usabilidade observados pelo usuário, observando também como se dava a interação, a seqüência de sub-tarefas envolvidas na solução de cada tarefa, e a técnica utilizada para efetivamente solucionar a tarefa.

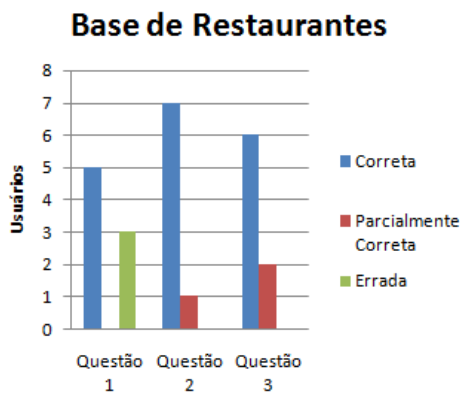


Fig. 9. Tempo gasto pelos usuários para questões da base de restaurantes.

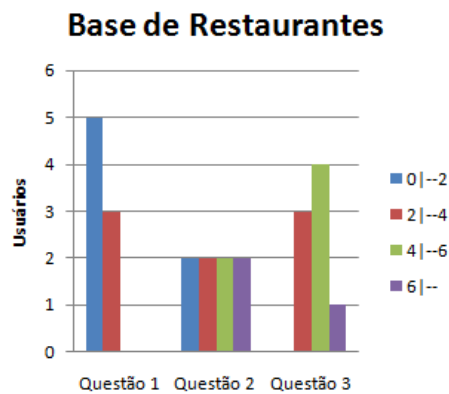


Fig. 10. Tempo gasto pelos usuários para questões da base de restaurantes.

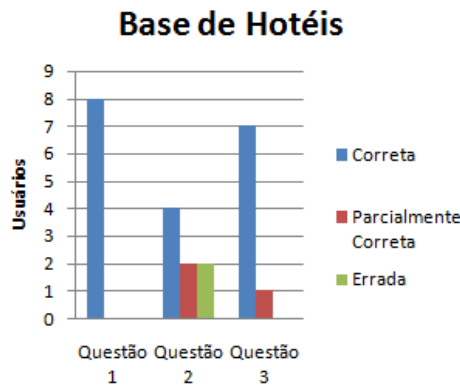


Fig. 11. Tempo gasto pelos usuários para questões da base de hotéis.

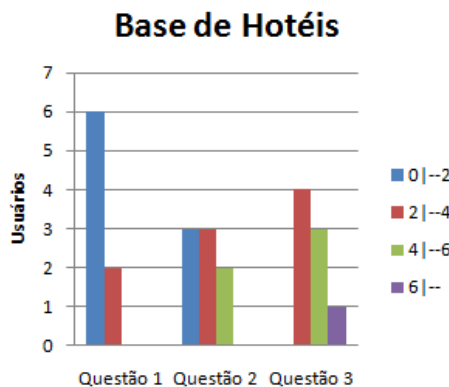


Fig. 12. Tempo gasto pelos usuários para questões da base de hotéis.

Para a análise do nível de acerto das tarefas pelos usuários, os mesmos foram classificados em faixas de acerto: Correta, parcialmente correta e errada. Os gráficos mostram poucos usuários errando totalmente as tarefas, e a maioria dos erros ocorreram nas primeiras questões realizadas (Fig. 9 e Fig. 11).

Para a análise dos tempos gastos, os mesmos foram classificados em faixas de tempo: menor que dois minutos, entre dois e quatro minutos, entre quatro e seis minutos, e maior que seis minutos. Os gráficos mostram poucos usuários gastando

mais de 6 minutos para resolver as tarefas, com a grande maioria levando no máximo quatro minutos para resolver as questões (Fig. 10 e Fig. 12).

Por fim, as principais sugestões dos usuários foram melhorar a interação com os filtros, ações de marcar e desmarcar todas as caixas de seleção. Acrescentar novas interações no mapa, como selecionar objetos por uma área. E de forma geral, melhorar ainda mais alguns detalhes de interface. Todos os usuários acharam a ferramenta interessante e muito promissora.

## 6 Considerações Finais

Este trabalho apresentou um protótipo que implementa técnicas de visualização de informação coordenadas em dispositivos móveis. O estudo de caso foi aplicado ao setor de turismo, mas especificamente de apoio ao turista. A ferramenta apresentou duas técnicas de visualização implementadas, que são Treemap e Dispersão de Dados em Mapas. Além disso, também foram desenvolvidos módulos de filtro, tabelas e mapas georeferenciados.

O protótipo possui desempenho satisfatório devido ao hardware robusto apresentado, sendo este desempenho afetado diretamente pela quantidade de itens visíveis na tela. Nos testes realizados não foram detectados nenhum tipo de lentidão durante a renderização das visões e nem nas respostas as ações do usuário.

O fato de ser desenvolvido em JAVA garante principalmente portabilidade, reutilização de código e modularidade.

Foram realizados testes iniciais com 8 usuários, todos da área da computação, com bom conhecimento em técnicas de visualização. Na avaliação constatou-se um uso muito forte dos filtros, que de acordo com os usuários, melhorou a análise dos dados, pela redução do conjunto dos mesmos, nas técnicas disponíveis. O tempo para resolução das tarefas não foi alto, principalmente se for levado em consideração as tarefas complexas, e o nível de acerto das tarefas sugeridas ficou entre regular e bom, uma vez que nas primeiras houveram muitos erros em função dos usuários ainda estarem se familiarizando com a ferramenta e seus mecanismos de interação.

Além disso, a possibilidade de extensão deste projeto e aplicações em outras áreas é vasta, desde gerenciamento de manada bovina ou bufalina para aplicação de remédios, abates, cruzamentos, etc, até inspeção e manutenção manual de válvulas de pressão em uma instalação industrial.

### 6.1 Trabalhos Futuros

- Realizar estudos comparativos com outras ferramentas de visões coordenadas;
- Desenvolvimento de mecanismos de coordenação mais flexíveis;
- Implementar visões adicionais, como mapas dinâmicos, dispersão 3D, e técnicas de visualização gráfica;

- Desenvolver um módulo inteligente que automaticamente o processo de seleção das técnicas mais apropriadas e suas correspondentes configurações, coordenações e opções de filtros.

## Referências

1. Baldonado, M. Q. W.; Woodruff, A.; Kuchinsky, A. Guidelines for using multiple views in information visualization. Proceedings of the working conference on Advanced Visual Interfaces, pp. 110 – 119. Palermo, Italy. 2000.
2. Brown, B. and M., Chalmers, “Tourism and Mobile Technology”, The Proceedings of the Eight European Conference on Computer Supported Cooperative Work. Helsinki, Finland, 2003.
3. Carmo M. B., Afonso A. P., Pombinho P., Visualization of Geographic Query Results for Small Screen Devices, Proceedings of GIR-2007, ACM Press, Lisbon, Portugal, November 2007, pp. 63-64.
4. Chi, E. H. (2000). A taxonomy of visualisation techniques using the data state reference model. In Roth, S. F. and Keim, D., editors, Proc. IEEE Symp. Info. Vis., pages 69-75.
5. Engdahl, B., Malin K. and Gary M. Using Treemaps to Visualize Threaded Discussion Forums on PDAs. In Proceedings CHI 2005, Portland, Oregon.
6. GoogleMaps, 2008. Disponível em: <<http://www.google.com/maps>>. Acesso em: 15 march 2008.
7. Heer, J. and Agrawala, M. Software Design Patterns for Information Visualization, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 12, No. 5, September/October 2006
8. Heimonen, T., Information Visualization on Small Display Devices. Master's Thesis, Department of Computer Sciences, University of Tampere, 2002. Disponível em <[http://www.cs.uta.fi/research/theses/masters/Heimonen\\_Tomi.pdf](http://www.cs.uta.fi/research/theses/masters/Heimonen_Tomi.pdf)>. Acesso em 22 Jan 2008.
9. Krasner, G. and Pope, S. (1988). A cookbook for using the model-view-controller user interface paradigm in Smalltalk-80. Journal of Object Oriented Programming, 1(3):26-49.
10. Kris Luyten, Karin Coninx (2001): An XML-Based Runtime User Interface Description Language for Mobile Computing Devices. DSV-IS, 1-15.
11. Muchow, John W.. Core J2ME: Tecnologia e MIDP. Palo Alto: Makron Books, 2004.
12. North, Chris; Shneiderman, Ben. Snap-Together Visualization: A User Interface for Coordinating Visualizations via Relational Schemata. Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, pp 128-135. Palermo, Italy. 2000.
13. NSICOM's CrEme JVM, 2007. Disponível em: <<http://www.nsicom.com/>>. Acesso em 20 nov. 2007. Proceedings of ECUE'99. Estocolmo, Suécia. Dezembro.
14. Pattison, T.; Philips, M. View Coordination Architecture for Information Visualisation. Australian Symposium on Information Visualisation, Sydney, Australia. 2001.
15. Pillat, R. M., Valiati, E. R. and Freitas, C. M. D. Experimental Study on Evaluation of Multidimensional Information Visualization Techniques. In: CLIHC'05, Cuernavaca, 2005 - Mexico. p. 20 - 30.
16. Pillat, R. M.; Freitas, C. D. S. Coordinating Views in the InfoVis Toolkit. Proceedings of Advanced Visual Interface. pp. 496-499. Venezia, Italy. 2006.
17. Spence, R. Information Visualization. Addison Wesley - ACM Press, 2001. 459 p.
18. Sun, 2008. Disponível em: <<http://www.sun.com.br/>>. Acesso em: 15 março 2008.