

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Jairo de Jesus Nascimento da Silva Junior

**PRISMA MOBILE: UMA FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO DE
INFORMAÇÕES PARA TABLETS**

Belém
2011

Jairo de Jesus Nascimento da Silva Junior

**PRISMA MOBILE: UMA FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO DE
INFORMAÇÕES PARA TABLETS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação, Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Faculdade de Computação. Universidade Federal do Pará.
Orientador: Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins.

Belém

2011

Jairo de Jesus Nascimento da Silva Junior

**PRISMA MOBILE: UMA FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO DE
INFORMAÇÕES PARA TABLETS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação, Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Faculdade de Computação. Universidade Federal do Pará.
Orientador: Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins.

Data da Aprovação: 07-12-2011

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins
Faculdade de Computação – Orientador

Prof. Dr. Eloi Luiz Favero
Faculdade de Computação – Membro

Prof. Dr. Josivaldo de Souza Araújo
Faculdade de Computação - Membro

*Dedico este trabalho aos meus pais
(Conceição e Jairo) e as minhas
irmãs (Júlia e Yasmin).*

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional ao longo dos anos, por nunca deixarem de acreditar em mim e sempre apoiarem minhas decisões. Agradeço também as minhas duas irmãs, por me motivarem a chegar até que, mesmo que sem saber.

Agradeço aos colegas de trabalho e amigos, Rafael Veras, amigo de todos os momentos que me ajudou a construir o alicerce sob o qual esse trabalho foi feito, Rodrigo Lourenço (Pato), pelas excelentes contribuições no projeto e horas de jogo, Rodrigo Magno (Frodo), por estar sempre alfinetando todos, Ranieri Teixeira, pela boa vontade de ajudar sempre que precisei e ao Leonardo Almeida (Fozzy) por ter me ajudado e feito dá boas risadas no começo dessa jornada de trabalho. Agradeço também a paciências daqueles que me tiveram como “instrutor” durante um curto ou longo período.

Agradecimento em especial a Aruanda Simões e Bianchi Meiguins, por terem acreditado e apostado em mim.

Agradeço também ao meu antigo chefe e amigo, Maxwel Dias, por toda sua contribuição para minha formação como profissional e pessoa, além dos sábios conselhos. Agradeço também a toda a equipe da PROGEP, estagiários e colegas de trabalho, em especial ao Rodrigo Barbalho pelos lanches na Néia.

Agradeço ao Prof. Edson pela oportunidade inicial no laboratório do ICEN e a todos os colegas de trabalho deste período, incluindo os membros da faculdade de computação.

Por último agradeço aos meus companheiros de cursos e a todas as pessoas que influenciaram minhas ideias ao longo desses anos.

Muito obrigado a todos.

*“Run, rabbit run
Dig that hole, forget the sun
And when at last the work is
done
Don't sit down
It's time to dig another one”*

Roger Waters

Resumo

Este trabalho apresenta um protótipo de uma ferramenta de visualização da informação para tablets utilizando a técnica de *treemap*. A ferramenta possui todas as características necessárias em uma boa ferramenta de visualização da informação (visão geral, zoom, filtros e detalhes sob demanda).

Esta ferramenta comunica-se com um servidor embutido em uma ferramenta de visualização da informação de propósito geral que realizará o processamento dos dados e imagens, devido às limitações de um dispositivo móvel como o tablet.

A ferramenta foi desenvolvida na plataforma *Android* (sistema operacional para dispositivos móveis) permitindo a ampla compatibilidade entre diferentes dispositivos e facilitando o acesso remoto aos dados devido à conectividade presente em dispositivos móveis. Esta também foi projetada para ser extensível, permitindo que se beneficie dos avanços na ferramenta na qual ela é baseada.

Palavras chaves: Visualização de Informações, Business Intelligence, Computação Móvel, Cliente-Servidor.

Abstract

This work presents a prototype of an information visualization tool for tablets that makes use of *treemap* technique. The tool has all the required features in a good information visualization tool (overview, zoom, filters and details on demand).

This tool talks with a server embedded in a general purpose information visualization tool that will process all the data and images due to the limitations of a mobile device as a tablet.

The tool was developed in Android (operating system for mobile devices) platform allowing a vast compatibility between different devices and easing the remote data access due to mobile connectivity. This tool was also developed to be extensible, allowing that the tool benefits of advances in the tool which it's based.

Keywords: Information Visualization, Business Intelligence, Mobile Computing, Client-Server.

Lista de Figuras

Figura 1- Diagrama do processo de visualização (WARE, 2004)	16
Figura 2 - Treemap mostrando dados agrupados	18
Figura 3 - Gráfico de Dispersão de Dados 2D representando a variável “IDH Municipal” no eixo X e a variável “Domicílio com Energia” no eixo Y.....	19
Figura 4 - Coordenadas paralelas com múltiplos eixos.....	20
Figura 5 - Desempenho por jogo de jogadores da NBA representado em um heatmap (FLOWINGDATA, 2010).....	21
Figura 6 - Protótipo desenvolvido por Pinheiro.	23
Figura 7 - Treemap sendo utilizado em um PDA. (ENGDAHL, KOKSAL e MARSDEN, 2005)	23
Figura 8 - Componentes do PRISMA	25
Figura 9 - Diagrama entidade-relacionamento do Servidor PRISMA	26
Figura 10 - Tela de manutenção de usuários do Servidor PRISMA.....	27
Figura 11 - <i>Pipeline</i> da Visualização (DOS SANTOS e BRODLIE, 2004).....	28
Figura 12 - <i>Treemap</i> sendo utilizado no cliente desktop	29
Figura 13 - Técnica de dispersão de dados sendo utilizada no cliente WEB.	30
Figura 14 - Cliente Mobile sendo executado em um Galaxy Tab 7'.	31
Figura 15 - Casos de uso do protótipo.	34
Figura 16 - Diagrama de classes da camada de controle.	36
Figura 17 - Diagrama de Classes da camada de apresentação.	37
Figura 18 - Diagrama de classes da camada de serviço do lado servidor.	37

Figura 19 - Comunicação entre camadas da aplicação.	38
Figura 20 - Tela de login com o servidor.	39
Figura 21 - Tela de seleção de visualização.	40
Figura 22- Principal visão da aplicação e seu menu escondido.	40
Figura 23 - Visão geral dos dados no protótipo.	41
Figura 24 - Zoom de 8x aplicado na imagem do <i>treemap</i>	42
Figura 25 - Checkboxes sendo utilizados para filtros discretos.	43
Figura 26 - Caixa de diálogo com detalhes sob demanda ao clicar em um item da visualização.	43
Figura 27 - Configuração de hierarquia do <i>treemap</i>	44
Figura 28 - Configurações específicas do <i>treemap</i>	45
Figura 29 - Implementação de filtro contínuo usando barra de intervalo (PINHEIRO, 2008).	47

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
2	VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES	15
2.1	DEFINIÇÃO	15
2.2	SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO E BUSINESS INTELLIGENCE	16
2.3	TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES.....	17
2.3.1	<i>Treemap</i>	17
2.3.2	<i>Dispersão</i>	18
2.3.3	<i>Coordenadas Paralelas</i>	19
2.3.4	<i>Heatmap</i>	20
2.4	FERRAMENTAS	21
2.4.1	<i>Características</i>	21
2.5	TRABALHOS RELACIONADOS.....	22
3	PRISMA – UMA PLATAFORMA PARA DESENVOLVIMENTO DE VISUALIZAÇÕES	24
3.1.1	<i>Servidor</i>	25
3.1.2	<i>Núcleo</i>	27
3.1.3	<i>Cliente PRISMA Desktop</i>	28
3.1.4	<i>Cliente PRISMA WEB</i>	29
3.1.5	<i>Cliente PRISMA Mobile</i>	30
4	PRISMA MOBILE.....	31
4.1	MOTIVAÇÃO	31
4.2	TECNOLOGIAS.....	32
4.2.1	<i>Lado Cliente</i>	32
4.2.2	<i>Lado Servidor</i>	33
4.3	REQUISITOS E PROJETO	33
4.3.1	<i>Casos de Uso</i>	33
4.3.2	<i>Diagrama de Classes</i>	35
4.3.2.1	<i>Lado Cliente</i>	35
4.3.2.2	<i>Lado Servidor</i>	37
4.4	CAMADAS DA APLICAÇÃO.....	38

4.5	APRESENTAÇÃO DA INTERFACE E FUNCIONALIDADES	38
4.5.1	<i>Características de uma boa ferramenta de visualização de informações</i>	41
4.5.1.1	Visão Geral	41
4.5.1.2	Zoom	42
4.5.1.3	Filtros	42
4.5.1.4	Detalhes sob demanda.....	43
4.5.1.5	Outras configurações.....	44
5	CONCLUSÃO	46
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
5.2	TRABALHOS FUTUROS.....	46
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 Introdução

A quantidade de dados armazenados no mundo irá crescer em cinquenta vezes na próxima década (IDC, 2011). Estes dados são provenientes dos mais variados contextos, como interações em redes sociais, buscas na web, registros de transações online e dados de negócios. Neste cenário as empresas têm buscado constantemente alternativas para transformar esses dados brutos em informações úteis.

O domínio dessa informação tem se mostrado um importante aliado seja para ganhar vantagem no mercado ou para resolução de diversos problemas da sociedade. Porém, a dificuldade de análise dos dados tem se mostrado uma constante à medida que o fator de crescimento dos dados aumenta exponencialmente, assim como a complexidade dos problemas a serem resolvidos, tornando mais difícil fornecer informações precisas em tempo real.

Dentre as técnicas utilizadas para análise de dados, podemos destacar a Visualização da Informação definida como um conjunto de tecnologias que utiliza a computação visual para amplificar a capacidade humana de trabalhar com informações abstratas (JACKO e SEARS, 2003). A Visualização da informação promete ajudar-nos a acelerar nosso entendimento e tomada de ações num mundo com um crescente volume de informações. (JACKO e SEARS, 2003)

A melhoria dos mecanismos de interação com visualizações torna-se uma opção para melhoria das técnicas, visto que a visualização da Informação utiliza computação gráfica e interação para auxiliar pessoas na resolução de problemas (PURCHASE, ANDRIENKO, *et al.*, 2008).

Dispositivos móveis dotados de tela sensível ao toque como tablets tem se tornado bastante popular no mercado mundial. Segundo o Instituto Gartner, os tablets irão substituir *netbooks*, *notebooks* e computadores *entry-level* e até mesmo teclados e mouses (GARTNER, 2011). A utilização destes dispositivos para

interação com aplicações e outros dispositivos eletrônicos deve se tornar uma realidade nos próximos anos devido a grande usabilidade destes.

Embora os tablets possuam vantagens explícitas como portabilidade, conectividade, usabilidade, estes dispositivos apresentam algumas limitações que podem representar um obstáculo no desenvolvimento de aplicações para este setor, dentre elas podemos destacar o tamanho da tela, capacidade de processamento e consumo de bateria. Devido a estas características, grande parte das aplicações para dispositivos móveis se comunicam com serviços externos que provêm informações, utilizando a rede local ou internet.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de visualização de informações para tablets, que englobe as boas características de uma ferramenta de visualização da informação, visão geral, zoom, filtros e detalhes sob demanda, a aplicação irá se conectar com um servidor remoto que será utilizado como um intermediário entre a aplicação e a fonte de dados.

O trabalho está organizado nos seguintes capítulos: capítulo 1, onde será introduzido o problema e os objetivos desse trabalho. No capítulo 2 terá como foco principal a Visualização de Informações, onde será feito um apanhado geral de Sistemas de Apoio a Decisão, *Business Intelligence*, técnicas e ferramentas. No capítulo 3 será descrito a plataforma PRISMA, uma ferramenta de visualização da informação, descrição geral da arquitetura da ferramenta, conceitos empregados e tecnologias envolvidas. O capítulo 4 apresenta o protótipo de ferramenta de visualização de informações para tablet, sua arquitetura, interface e testes realizados. Por último as considerações finais e trabalhos futuros.

2 Visualização de Informações

2.1 Definição

A Visualização da Informação é a comunicação de dados abstratos através do uso de interfaces visuais interativas (KEIM e MANSMANN, 2006) este processo utiliza a capacidade cognitiva do homem para obter informações a partir da representação visual dos dados (SPENCE, 2001). É comum utilizar metáforas visuais, como “clarear” ou “imaginar”, para descrever processos cognitivos, deixando claros a relação entre o que vemos e o que pensamos (CARD, MACKINLAY e SHNEIDERMAN, 1999).

A visualização da informação 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: texto não estruturado, tipos de mídias diferentes e objetos estruturados (SPENCE, 2001) (CARD, MACKINLAY e SHNEIDERMAN, 1999).

A exploração visual de dados tem como objetivo integrar o homem no processo de exploração de dados, aplicando suas habilidades de percepção em grandes conjuntos de dados disponíveis em sistemas de computadores. A ideia básica por trás disto é apresentar os dados de forma visual permitindo que se tirem "*insights*" dos dados e que se interaja diretamente com estes (KEIM, 2002).

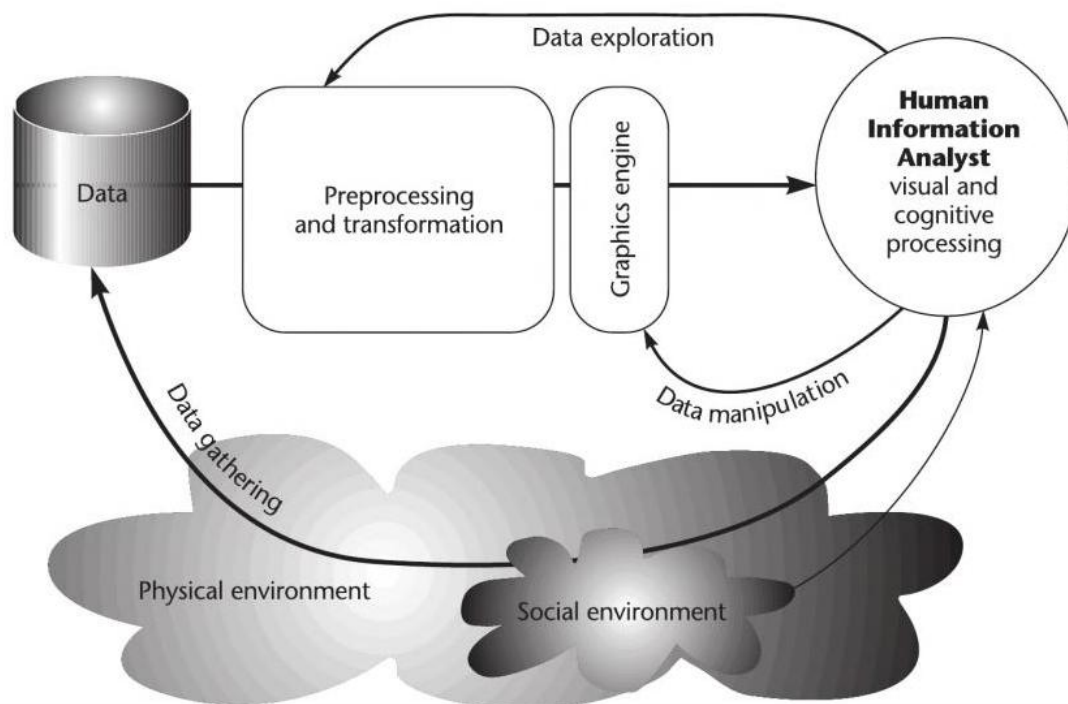


Figura 1- Diagrama do processo de visualização (WARE, 2004)

2.2 Sistemas de Apoio a Decisão e Business Intelligence

O advento de tecnologias de armazenamento de baixo custo e a larga disponibilidade de conexões com a Internet facilitou aos indivíduos e organizações, o acesso a grandes volumes de dados. Estes dados são geralmente heterogêneos em termos de fonte, conteúdo e representação, eles podem incluir dados de transações comerciais, financeiras e administrativas, histórico de navegação na web, e-mails, textos e hipertextos, resultado de exames médicos, entre outros.

Business Intelligence (ou Inteligência de Negócios) pode ser definido como um conjunto de modelos matemáticos e metodologias de análise que exploram a grande disponibilidade de dados para gerar informação e conhecimento úteis para processos complexos de tomada de decisão (VERCELLIS, 2009).

Um Sistema de Apoio a Decisão é uma aplicação baseada em computadores que combinam dados e modelos matemáticos para auxiliar tomadores de decisão a resolver problemas complexos enfrentados na gerencia de organizações públicas e privadas (VERCELLIS, 2009).

Sistemas de Apoio a Decisão tem sido empregados com frequência, visto que as organizações já detêm um grande volume de dados gerado principalmente pela modernização do setor operacional e pela Tecnologia da Informação. A utilização destes sistemas então seria o próximo passo natural para utilização da TI para alavancar os negócios.

Diversas ferramentas têm sido empregadas e construídas com este propósito, desde ferramentas de planilha eletrônica, como o Microsoft Excel, até ferramentas de visualização de informações como o Tableau, Qlikview e o próprio PRISMA que será utilizado como referência para este trabalho.

2.3 Técnicas de Visualização de Informações

Diferentes técnicas de visualização de informações têm sido empregadas para diferentes propósitos e para se adequar a diferentes tipos de dados (unidimensional, bidimensional, tridimensional, multidimensional, texto, hipertexto, grafos, hierarquias, algoritmos e software (KEIM, 2002)), visto que diferentes técnicas favorecem outras perspectivas e novos processos de descoberta da informação, algumas são mais simples, outras mais complexas, mas cada uma possui um potencial diferente para exploração de dados.

Diferentes técnicas de visualização provêm diferentes mecanismos especializados para interação, o *treemap*, por exemplo, possibilita a organização em hierarquia de grupos, configuração do tamanho, cor e rótulo dos itens, enquanto as coordenadas paralelas permitem a utilização de múltiplos eixos e a escala destes, já o gráfico de dispersão de dados permite configurar o tamanho e forma dos itens. Estes controles permitem a melhor exploração dessas técnicas, que não seria possível utilizando apenas controles mais genéricos como filtros e detalhes sob demanda.

2.3.1 Treemap

Treemaps são visualizações retangulares e utilizam uma abordagem *space filling* para visualização de dados hierárquicos. Eles utilizam visualizações em duas dimensões de árvore onde os nodos das árvores estão encapsulados na área do

nodo pai. O tamanho dos nodos individuais é determinado proporcionalmente em relação a todos os outros nodos da hierarquia por um atributo do nodo (JOHNSON e SHNEIDERMAN, 1991). O *Treemap* é muito eficiente em mostrar atributos dos nodos utilizando o tamanho e a coloração e permite ao usuário comparar nodos e sub-árvores mesmo com variações de profundidade na árvore, possibilitando a descoberta de padrões e exceções nos dados. (HUMAN-COMPUTER INTERACTION LAB / UNIVERSITY OF MARYLAND, 2003).

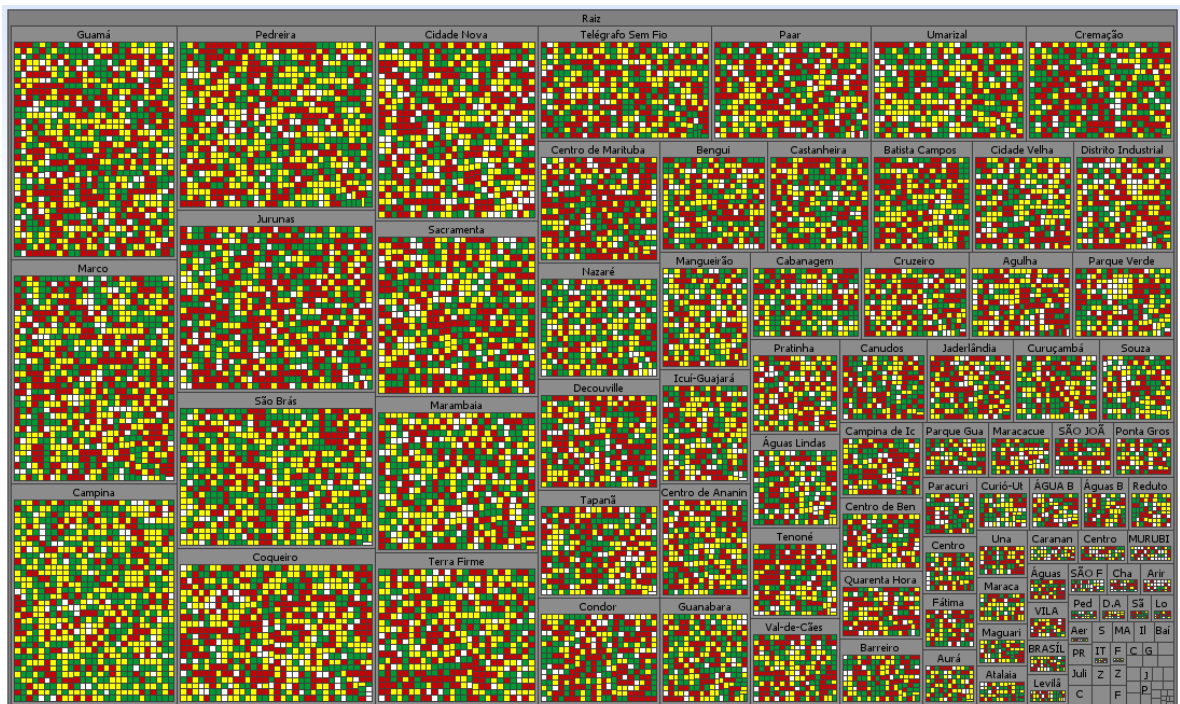


Figura 2 - Treemap mostrando dados agrupados

2.3.2 Dispersão

O gráfico de dispersão de dados é provavelmente uma das técnicas de visualização de dados mais populares. Ele auxilia no processo de descoberta de agrupamentos, exceções, tendências e correlações (FAYYAD, WIERSE e GRINSTEIN, 2002). Este gráfico utiliza o eixo X e Y para representar valores de duas variáveis de um conjunto de dados, adicionalmente podem-se utilizar outros recursos como cores, formatos, ícones e animações para representar os atributos e potencializar a utilidade desta técnica. Um problema comum do gráfico de dispersão é a sobreposição de itens, quando muitos pontos ocupam a mesma coordenada

(x,y). Este problema se intensifica em menores resoluções, por isto não foi incluída na ferramenta desenvolvida neste trabalho.

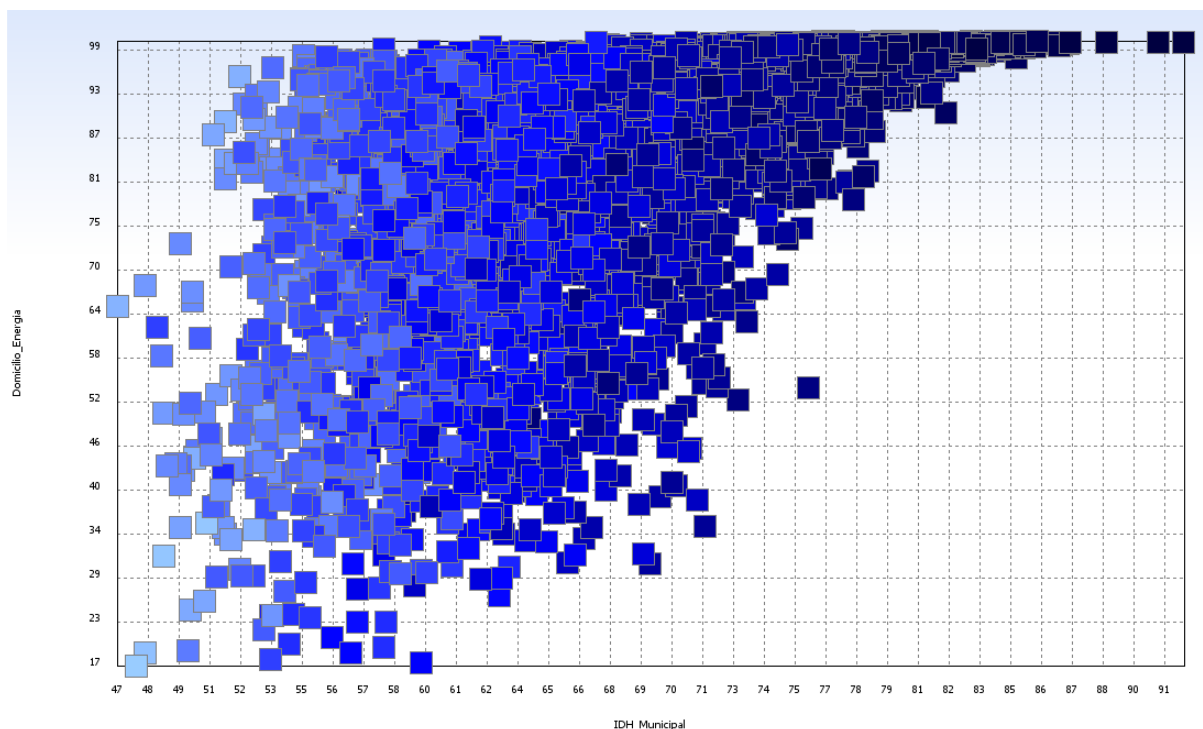


Figura 3 - Gráfico de Dispersão de Dados 2D representando a variável “IDH Municipal” no eixo X e a variável “Domicílio com Energia” no eixo Y.

2.3.3 Coordenadas Paralelas

Coordenadas Paralelas se dá como uma representação gráfica de relações multidimensionais (INSELBERG e DIMSDALE, 1990). Este tipo de técnica permite representar múltiplas variáveis em eixos que representam uma escala do valor mais baixo e mais alto entre os valores da amostra. A princípio as coordenadas paralelas podem parecer um conjunto de linhas em interseção, mas quando utilizadas de maneira correta para análise multivariada de dados, esta técnicas pode levar a grandes “insights” ao auxiliar no processo de descoberta de padrões predominantes e exceções (FEW, 2009). As coordenadas paralelas também sofrem com o mesmo problema de oclusão do dispersão de dados, por este motivo também não se optou pela utilização desta técnica.

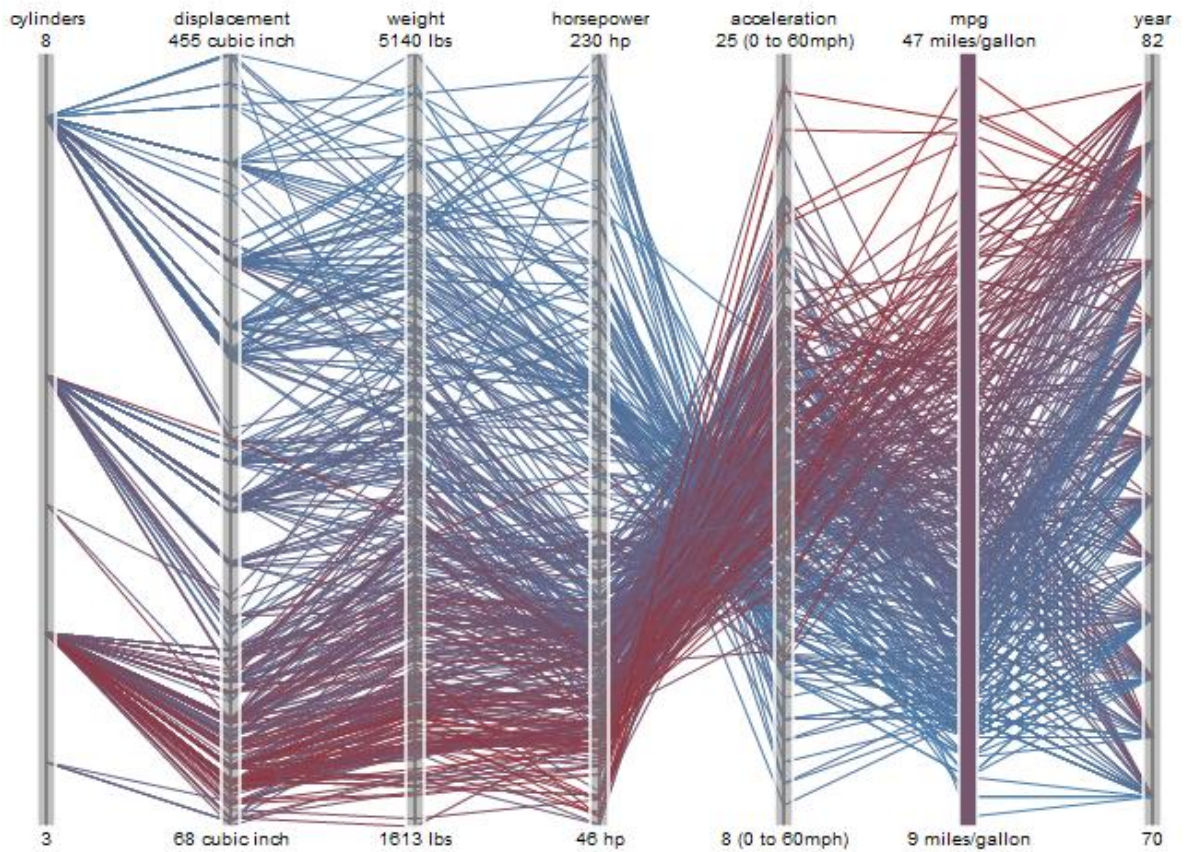


Figura 4 - Coordenadas paralelas com múltiplos eixos (PROTOVIS, 2011).

2.3.4 Heatmap

Heatmaps são representações visuais que codificam valores quantitativos em variações de cor (FEW,2009).

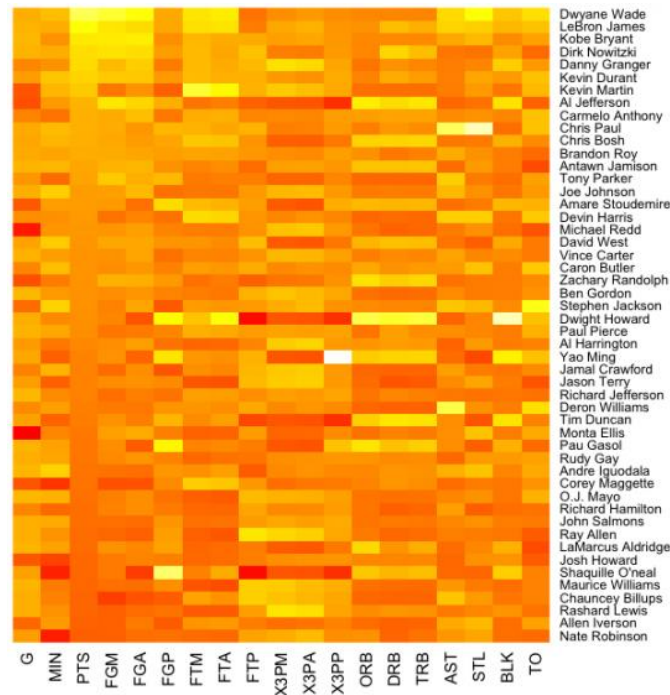


Figura 5 - Desempenho por jogo de jogadores da NBA representado em um heatmap (FLOWINGDATA, 2010).

2.4 Ferramentas

Ferramentas de Visualização da Informação são ferramentas baseadas em computadores que suportam mecanismos de interação e apresentação de dados. As ferramentas devem permitir que o usuário facilmente e eficientemente manipule e reorganize visualmente dados multidimensionais com o objetivo de auxiliar a análise de dados. O objetivo de ferramentas de visualização da informação é de intensificar a percepção dos dados, correlação e exploração (OLIVEIRA e LEVKOWITZ, 2003).

2.4.1 Características

A exploração da informação deve ser uma experiência prazerosa, mas muitos especialistas falam em sobrecarga de informações e ansiedade (Wurman, 1989). Tendo em vista esta dificuldade, Schneiderman definiu um princípio básico que pode ser resumido como o mantra da busca de informações: “visão geral primeiro, zoom e filtros, então os detalhes sob demanda” (SHNEIDERMAN, 1998). Uma boa interface

de uma ferramenta de visualização da informação deve apresentar as características que o permitam executar as sete tarefas citadas abaixo:

Visão Geral: Obter uma visão geral de toda coleção de dados, essencial para execução das outras tarefas.

Zoom: Zoom nos itens de interesse. Este mecanismo possibilita que o usuário foque apenas nos itens de interesse.

Filtros: Filtrar itens que não são de interesse, permitindo que o usuário trabalhe apenas com um subconjunto de dados do seu interesse.

Detalhes sob demanda: Selecionar itens ou grupos e obter detalhes quando necessário.

Relacionamento: Permitir que o usuário encontre o relacionamento entre os itens do conjunto de dados.

Histórico: Manter um histórico de ações que permita aos usuários desfazerem e refazerem suas ações.

Extração: Permitir a extração de subconjuntos e dos parâmetros de consulta, ou seja, o estado da visualização e suas configurações.

2.5 Trabalhos Relacionados

Entre os trabalhos relacionados destacam três:

- Pinheiro (PINHEIRO, 2008) desenvolveu um protótipo de uma ferramenta de análise de dados turísticos para dispositivos móveis utilizando três técnicas, dispersão de dados, treemap e mapas georeferenciais. A ferramenta suporta filtros dinâmicos, discretos e contínuos e múltiplas visões coordenadas e acesso a diferentes bases de dados.



Figura 6 - Protótipo desenvolvido por Pinheiro.

- Heimonen (HEIMONEN, 2002) estudou diferentes técnicas de visualizações que poderiam ser utilizadas em dispositivos móveis e apresentou um framework para avaliação da adequação dessas técnicas para dispositivos móveis.
- Engdahl (ENGDahl, KOKSAL e MARSDEN, 2005) implementou a técnica de treemap em dispositivos móveis para análise de tópicos em fóruns de discussão. A técnica utilizava retângulos coloridos e utilizava 100% da área livre da tela e demonstrou que as vantagens do treemap para desktop também se estendiam aos dispositivos móveis.



Figura 7 - Treemap sendo utilizado em um PDA. (ENGDahl, KOKSAL e MARSDEN, 2005)

3 PRISMA – Uma plataforma para desenvolvimento de visualizações

PRISMA é uma ferramenta de visualização da informação baseada em múltiplas visões coordenadas para explorar conjuntos de dados multidimensionais usando as seguintes técnicas: treemap, dispersão de dados e coordenadas paralelas. PRISMA é extensível, portátil e fácil de manter, já que tem sido desenvolvido em Java utilizando padrões de projeto (GODINHO, MEIGUINS, *et al.*, 2007).

O PRISMA possibilita a realização de várias tarefas inerentes de uma boa ferramenta de visualização da informação, como visão geral, zoom, filtros, detalhes sob-demanda, relacionamentos e extração. A ferramenta aceita várias fontes de dados como txt, csv, conexão com banco de dados e conexão com um servidor PRISMA, onde pode optar por carregar visualizações pré-configuradas. Uma pré-condição para carregar essas bases de dados é que estes dados estejam num formato estruturado.

O PRISMA pode ser visto como um framework para desenvolvimento de técnicas de visualização de informações à medida que permite que o desenvolvedor possa adicionar facilmente novas técnicas ao projeto apenas cumprindo contratos de interfaces e através de herança, reduzindo bastante o esforço de desenvolvimento. Inicialmente o PRISMA contava com apenas três técnicas e hoje já conta com pelo menos cinco técnicas em uso e outras duas novas em desenvolvimento, o que demonstra seu papel como framework.

3.1 Componentes

A ferramenta PRISMA está dividida em três componentes fundamentais: (1) Servidor PRISMA, (2) Núcleo PRISMA, (3) Cliente PRISMA. A Figura 8 ilustra a interação destes componentes. Características específicas desses componentes serão discutidas ao longo deste capítulo.

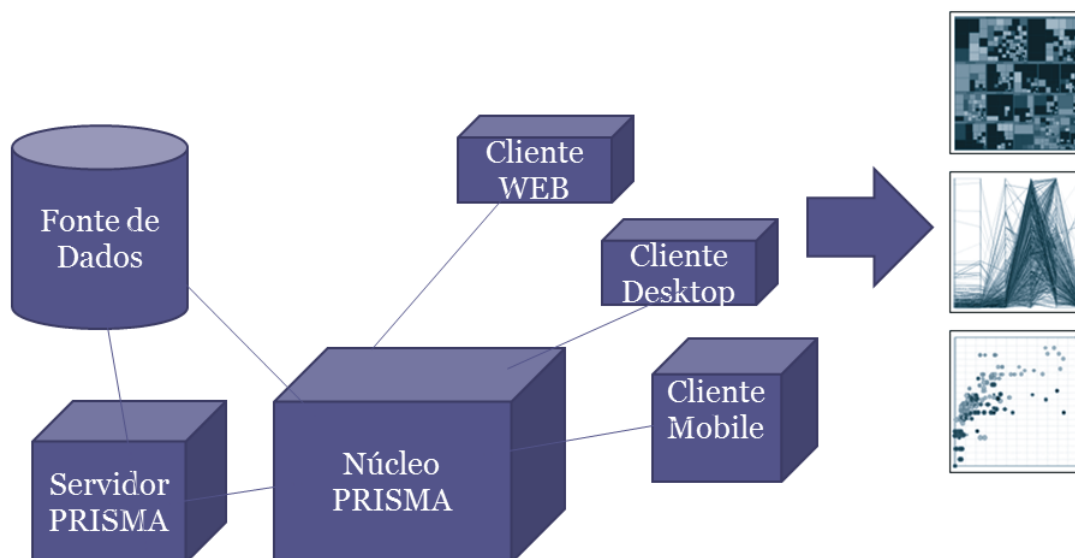


Figura 8 - Componentes do PRISMA

3.1.1 Servidor

O Servidor PRISMA é responsável pela autenticação e controle de acesso dos usuários e seus respectivos perfis de acesso e uso, além disso, o servidor prisma permite gerenciar conexões com fonte de dados e salvar o estado das visualizações. Este componente conta um banco de dados interno para armazenar estas informações e centralizá-las de forma que o acesso aos dados seja feito de forma mais transparente ao usuário, liberando-o para concentrar-se somente na análise visual dos dados.

A Figura 9 ilustra o modelo de dados do banco de dados embutido, onde é possível observar que os usuários estão organizados em grupos, empresas e projetos, outro ponto importante são as visões do banco de dados, já que uma visualização só pode ser construída a partir de uma base de dados estruturada, no caso de um banco de dados relacional, por exemplo, é necessário que exista uma tabela ou uma *view* dos dados.

A tabela Visualização permite salvar as configurações de hierarquia, filtros e detalhes, além de configurações específicas de técnicas, no formato XML (*Extensible Markup Language*), para que possa ser facilmente carregada pela

aplicação posteriormente. A Figura 10 apresenta uma tela de configuração do Servidor Prisma.

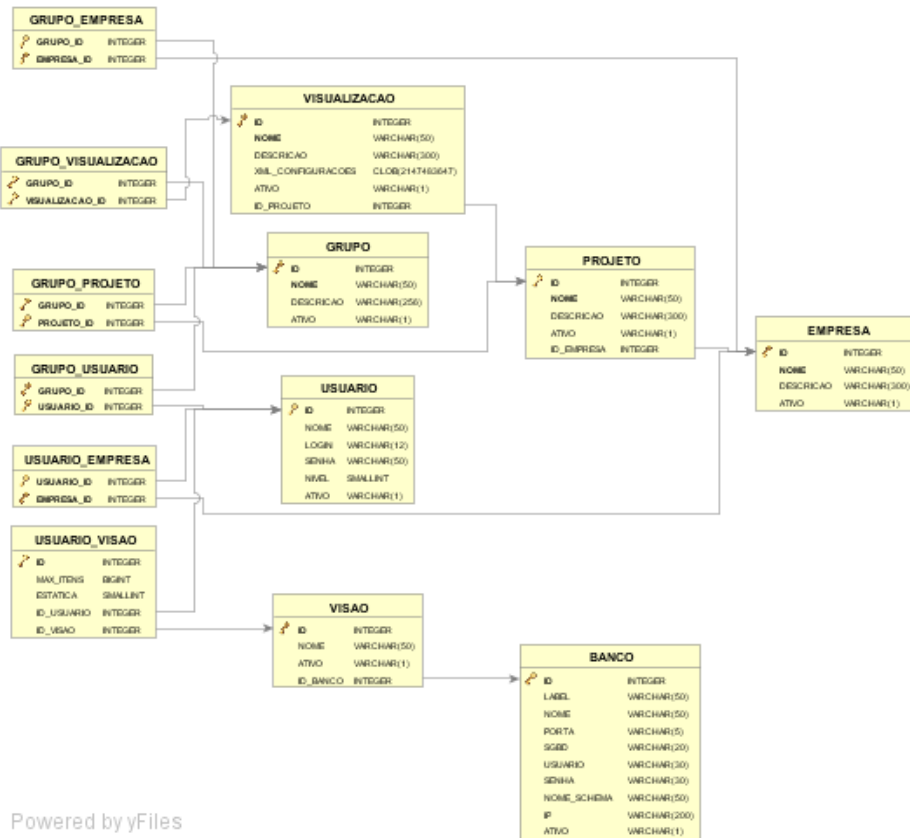


Figura 9 - Diagrama entidade-relacionamento do Servidor PRISMA

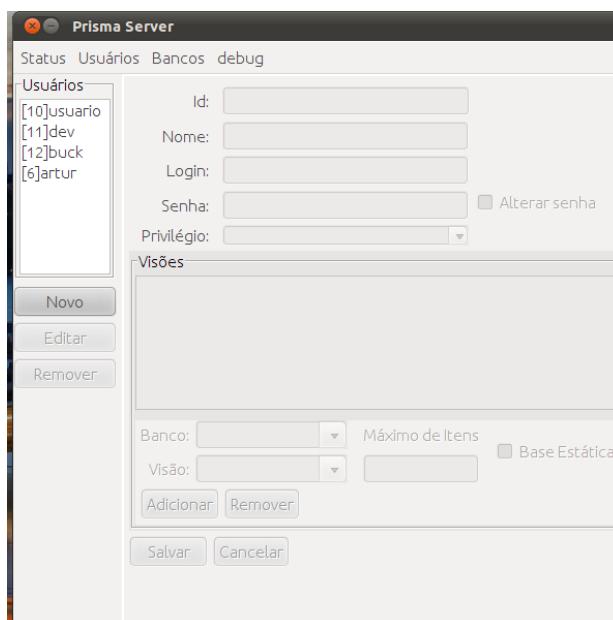


Figura 10 - Tela de manutenção de usuários do Servidor PRISMA.

3.1.2 Núcleo

O Núcleo do PRISMA é o motor gráfico responsável por gerar gráficos a partir dos dados. O PRISMA é construído utilizando o padrão de projetos MVC (*Model-View-Controller*) (LARMAN, 2007) separando a lógica de negócios da lógica da apresentação, possibilitando o uso de diferentes camadas de apresentação, como o Cliente Desktop e o Cliente WEB que serão apresentados posteriormente.

As camadas de modelo e controle são responsáveis pelo acesso aos dados, diretamente através de uma fonte de dados ou utilizando o acesso ao Servidor PRISMA, após essa etapa o núcleo é responsável pelo carregamento dos dados na memória e geração dos gráficos de acordo com as técnicas selecionadas.

O núcleo é também responsável por toda a lógica de aplicação de filtros (contínuos ou discretos), obtenção e seleção dos detalhes sob demanda, definição da hierarquia de grupos e configurações específicas de técnicas.

Este trabalho utilizará o Núcleo do PRISMA para o processamento dos dados e imagens, fornecendo as informações já processadas para o tablet, devidas suas

restrições de memória e processamento. Para isto este componente precisará ser adaptado para receber requisições HTTP do cliente mobile.

A Figura 11 representa a pipeline de visualização, onde é possível observar os passos necessários no processo de representação visual dos dados, saindo dos dados brutos (*raw data*) até os dados gráficos. O Núcleo PRISMA será responsável por todo processamento descrito pela *pipeline*, deixando a cargo dos seus clientes apenas a interação com os componentes do núcleo e apresentação da interface.

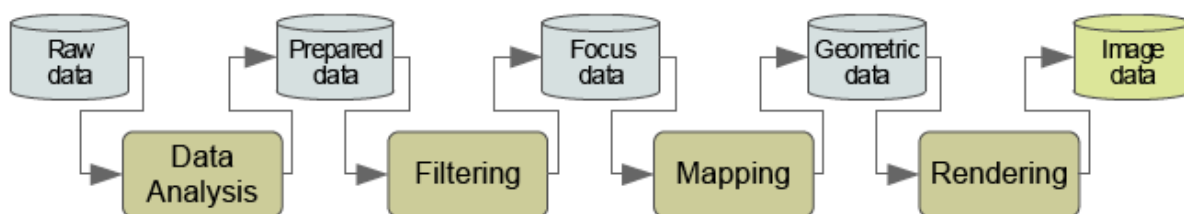


Figura 11 - Pipeline da Visualização (DOS SANTOS e BRODLIE, 2004).

3.1.3 Cliente PRISMA Desktop

O Cliente Desktop (Figura 12) é uma das formas de apresentação da ferramenta, este componente é voltado para o usuário especialista que está mais próximo da fonte de dados, possui o maior número de opções e recursos para conexão com fonte de dados, configuração de visualizações e exportação dessas configurações.

Esta ferramenta foi utilizada para configurar as visualizações que foram carregadas no PRISMA Mobile, permitindo que o usuário se preocupe apenas com os passos finais no processo de exploração de informações.

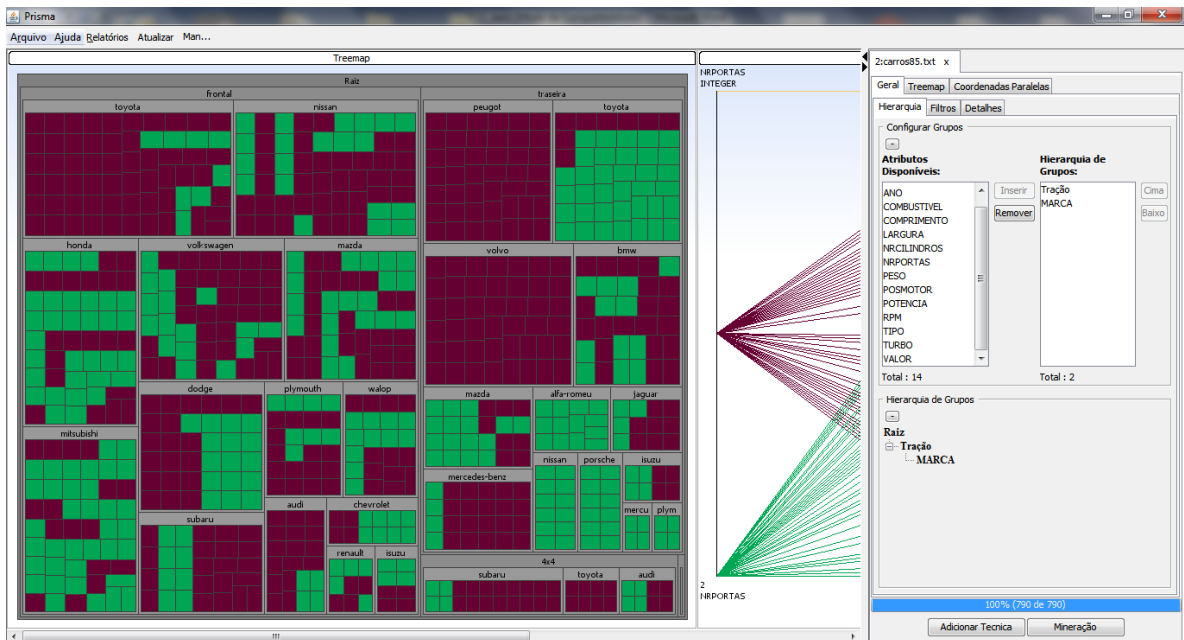


Figura 12 - Treemap sendo utilizado no cliente desktop

3.1.4 Cliente PRISMA WEB

O Cliente WEB (Figura 13) é mais uma opção de interface para o PRISMA, porém possui menos recursos que a versão desktop, possui um modelo bastante similar ao da ferramenta que será apresentada neste trabalho, ou seja, é focada na interação do usuário com a visualização final.

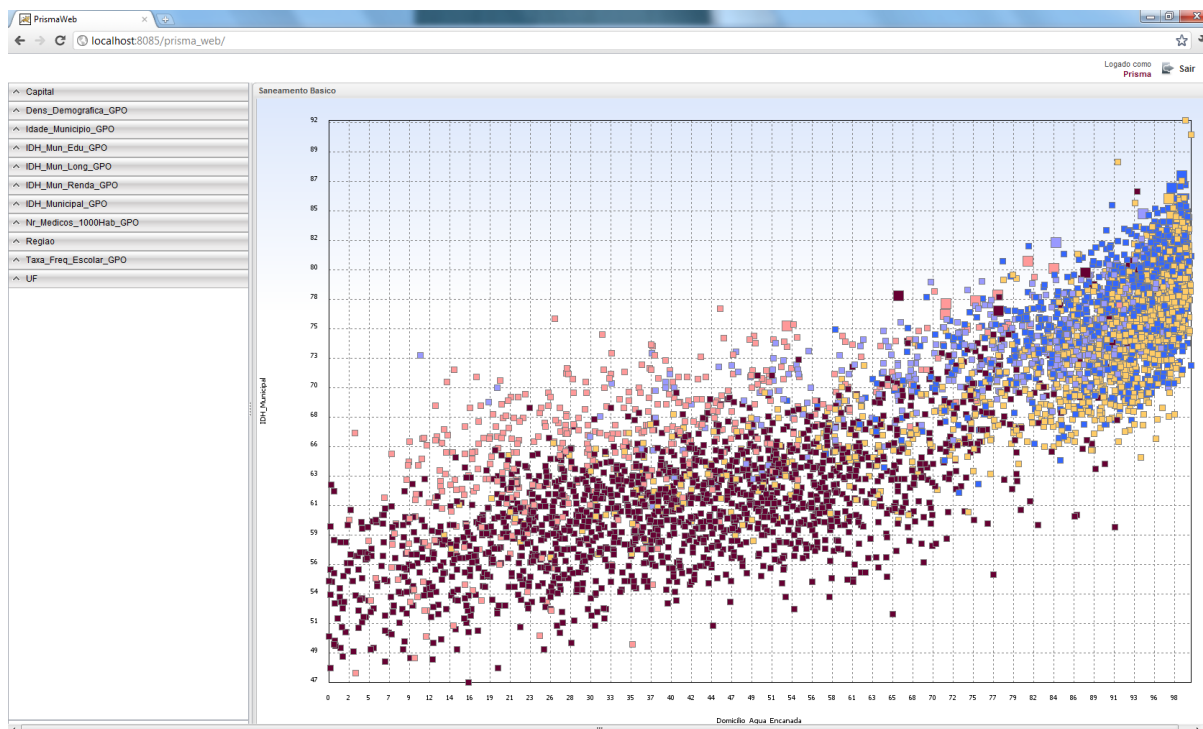


Figura 13 - Técnica de dispersão de dados sendo utilizada no cliente WEB.

3.1.5 Cliente PRISMA Mobile

O Cliente Mobile será mais uma interface disponível para visualização de informações e exploração de dados, este cliente será o foco deste trabalho e seus detalhes serão apresentados no capítulo seguinte.

4 PRISMA Mobile

O PRISMA Mobile é uma ferramenta de visualização de informações para tablets que busca alcançar as boas características de uma ferramenta deste tipo: visão geral, zoom, filtros e detalhes sob demanda. Esta ferramenta é baseada em uma arquitetura cliente-servidor, onde o cliente (PRISMA Mobile – Figura 14) será responsável por acessar as informações de um servidor que executará boa parte do acesso aos dados, processamento e geração de gráficos.

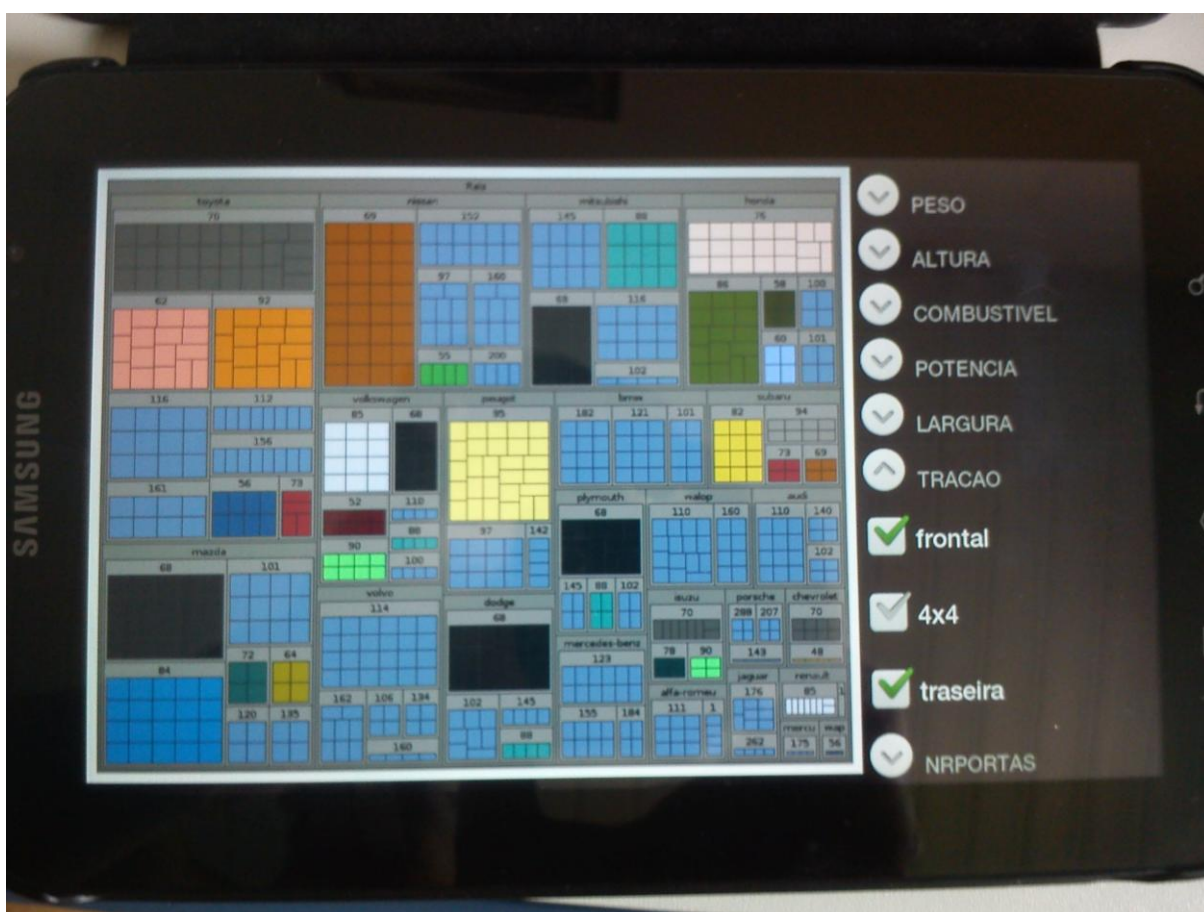


Figura 14 - Cliente Mobile sendo executado em um Galaxy Tab 7'.

4.1 Motivação

Uma ferramenta para dispositivos móveis como tablet pode tirar bastante proveito da sua mobilidade, permitindo que o usuário tome decisões a partir de qualquer

lugar e a qualquer momento, além disso, o usuário poderá usufruir de uma tela sensível ao toque para uma melhor experiência de interação com os dados.

Para construção deste protótipo fora utilizada a técnica Treemap devido às limitações de espaço dos tablets, que geralmente possuem entre sete e dez polegadas e resoluções que variam de 1024x600 até 1280x720.

A construção do protótipo possuía dois grandes desafios, a troca de mensagens entre o cliente e o servidor e a construção de uma interface que fosse mais apropriada para um dispositivo com *touchscreen*, com isto, o projeto foi dividido em duas partes: uma para o lado cliente, onde teremos a interface do tablet e outra no lado servidor, onde teremos todo o suporte necessário para o recebimento e tratamento de requisições.

4.2 Tecnologias

4.2.1 Lado Cliente

Para construção da aplicação no lado cliente, foi utilizado o Android SDK (ANDROID, 2010) permitindo que a aplicação possa ser executada em qualquer dispositivo que utilize o Android, sistema operacional de código aberto do Google baseado em Linux.

Todo o processo de desenvolvimento foi suportado por um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), o Eclipse e o plugin para desenvolvimento em Android, o ADT (ADT). É importante ressaltar que para o desenvolvimento em Android é possível utilizar a linguagem Java.

O Android SDK conta com um conjunto de componentes prontos e extensíveis que foram adaptados para o propósito da aplicação. Estes componentes são alimentados com dados provenientes do lado servidor e todas as interações com estes elementos são monitorados para enviar a requisição adequada ao servidor para que realize o processamento necessário.

4.2.2 Lado Servidor

No lado servidor foi construído um módulo para o Núcleo PRISMA, que permite que o mesmo forneça serviços básicos para uma aplicação capaz de realizar requisições HTTP. Este serviço é provido por uma camada de serviços e posteriormente repassado para camada de Servlet (uma espécie de pequenos servidores capazes de atender a requisições HTTP e fornecer respostas). As mensagens enviadas pelo servidor estão definidas utilizando XML (*Extensible Markup Language*), permitindo que sejam facilmente interpretadas pelos clientes.

O Núcleo também é construído utilizando a linguagem Java, por isto fora utilizado a mesma IDE para o desenvolvimento de ambos os projetos.

4.3 Requisitos e Projeto

4.3.1 Casos de Uso

A UML fornece a notação de diagrama de casos de uso para ilustrar nome dos casos de uso e dos atores, bem como os relacionamentos entre eles (LARMAN, 2007). Esta notação será utilizada para expressar os casos de uso da aplicação, como mostra a figura 15.

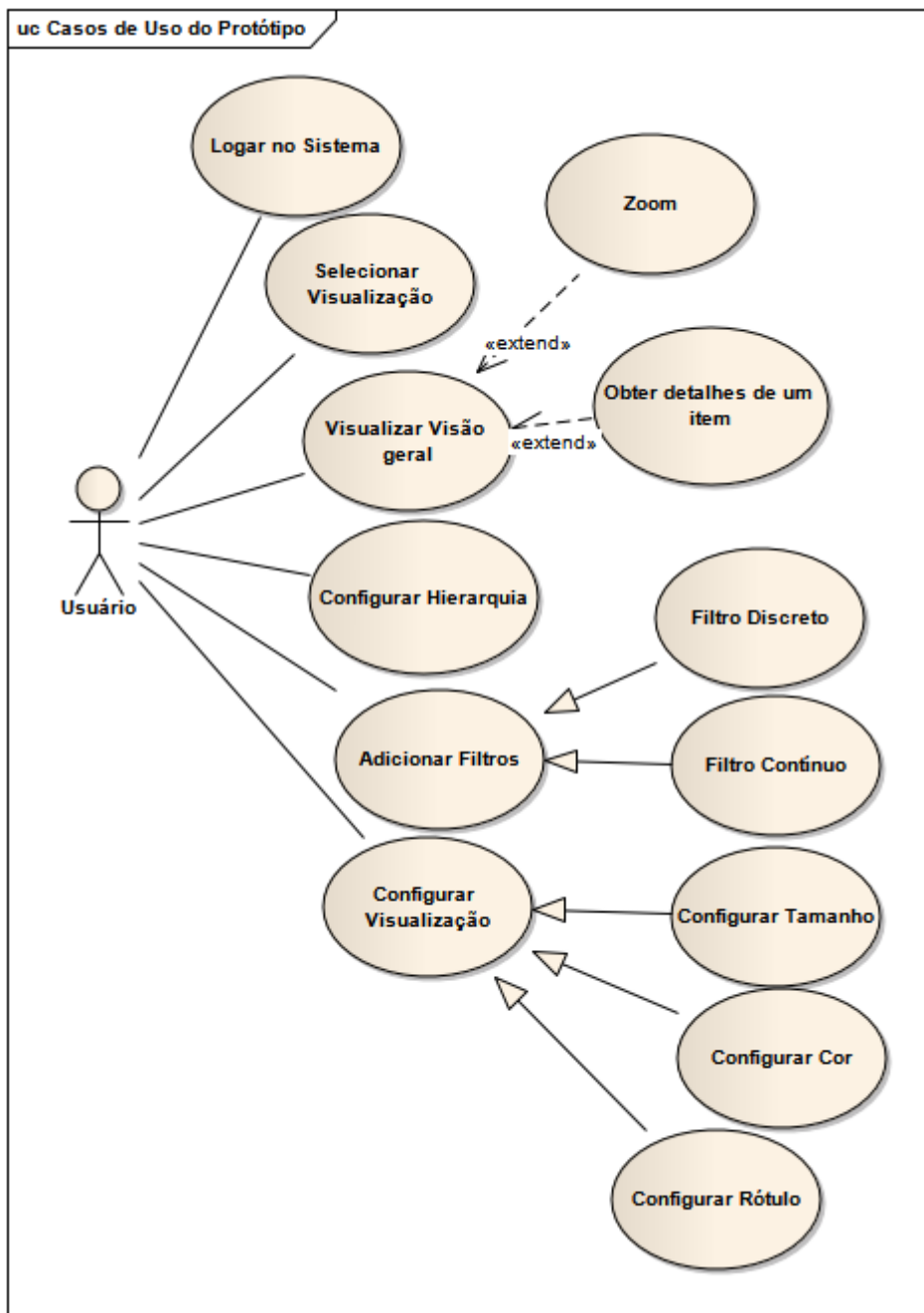


Figura 15 - Casos de uso do protótipo.

O ator usuário ao carregar o sistema deverá fornecer informações de acesso para autenticação com o servidor, posteriormente receberá uma lista de visualizações previamente configuradas, ao selecioná-la, esta será carregada na tela do seu dispositivo juntamente com os controles para sua manipulação.

Com a visão carregada o usuário poderá interagir com a visão geral através de zoom ou para obtenção de detalhes de um determinado item, adicionalmente poderá adicionar filtros, discretos ou contínuos, configurar a disposição hierárquica do dados, ou mesmo configurar aspectos específicos da técnica de visualização como tamanho dos itens, cor e o rótulo. Estas configurações serão essenciais para aprimorar a percepção do usuário.

4.3.2 Diagrama de Classes

A UML incluiu diagramas de classe para ilustrar classes, interfaces e suas associações (LARMAN, 2007). Esta notação será utilizada para representar as classes do projeto, tanto no lado cliente, quanto no lado servidor.

4.3.2.1 Lado Cliente

A aplicação foi desenvolvida utilizando o padrão arquitetural MVC (LARMAN, 2007) modelo que foi bastante favorecido pelo Android SDK, já que os layouts das interfaces estão definidos em arquivos XML (*Extensible Markup Language*), separados de toda lógica de negócios da aplicação.

A Figura 16 ilustra o diagrama de classes da camada de controle da aplicação onde é possível perceber que todos os controles, com exceção do controle da visão que possui um mecanismo próprio, possuem um objeto da classe *PrismaServerRequest* que possui toda lógica necessária para realizar o controle de acesso com a camada de *servlets* no núcleo prisma. Esta classe permite enviar as requisições num formato reconhecido pelo servidor e despachá-las para o núcleo prisma.

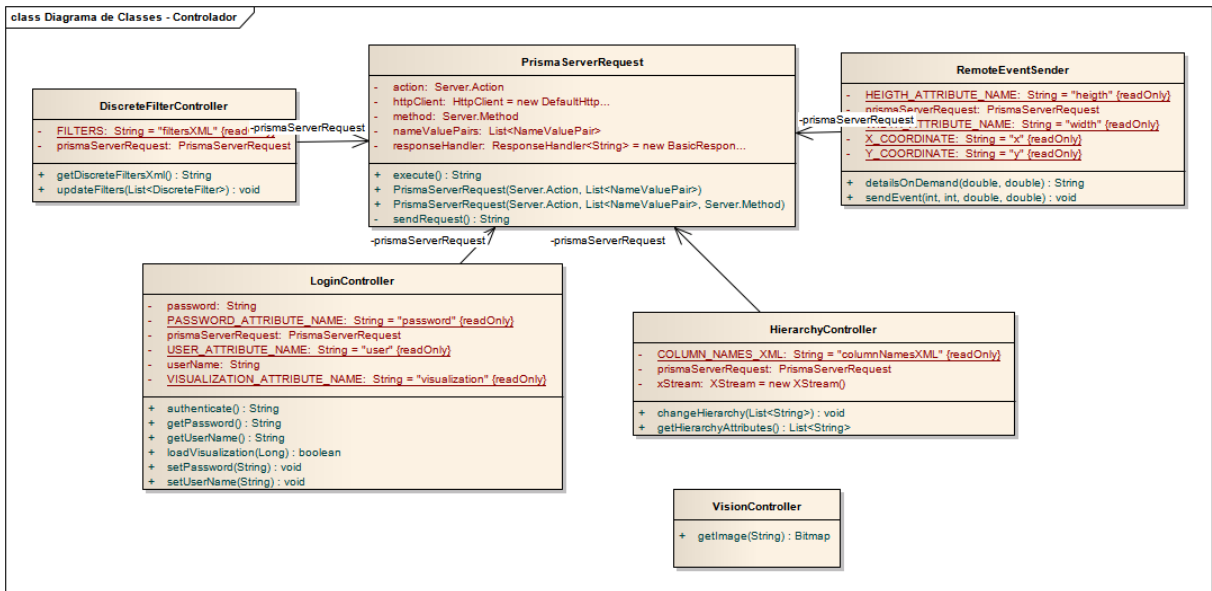


Figura 16 - Diagrama de classes da camada de controle.

A Figura 17 ilustra o diagrama de classes da apresentação da aplicação, podemos destacar a sequência entre as "Activity", responsáveis pela representação de algo que usuário pode realizar (acesso, carregar visualização, interagir com a visualização), para construir essa apresentação contamos com *Adapters* (LARMAN, 2007) que permitem que os dados provenientes do servidor se adaptem ao modelo requerido pelos componentes. Adicionalmente contamos com classes *Listeners*, que escutam os eventos nos componentes e atualizam a apresentação através do uso de *Observers* (LARMAN, 2007).

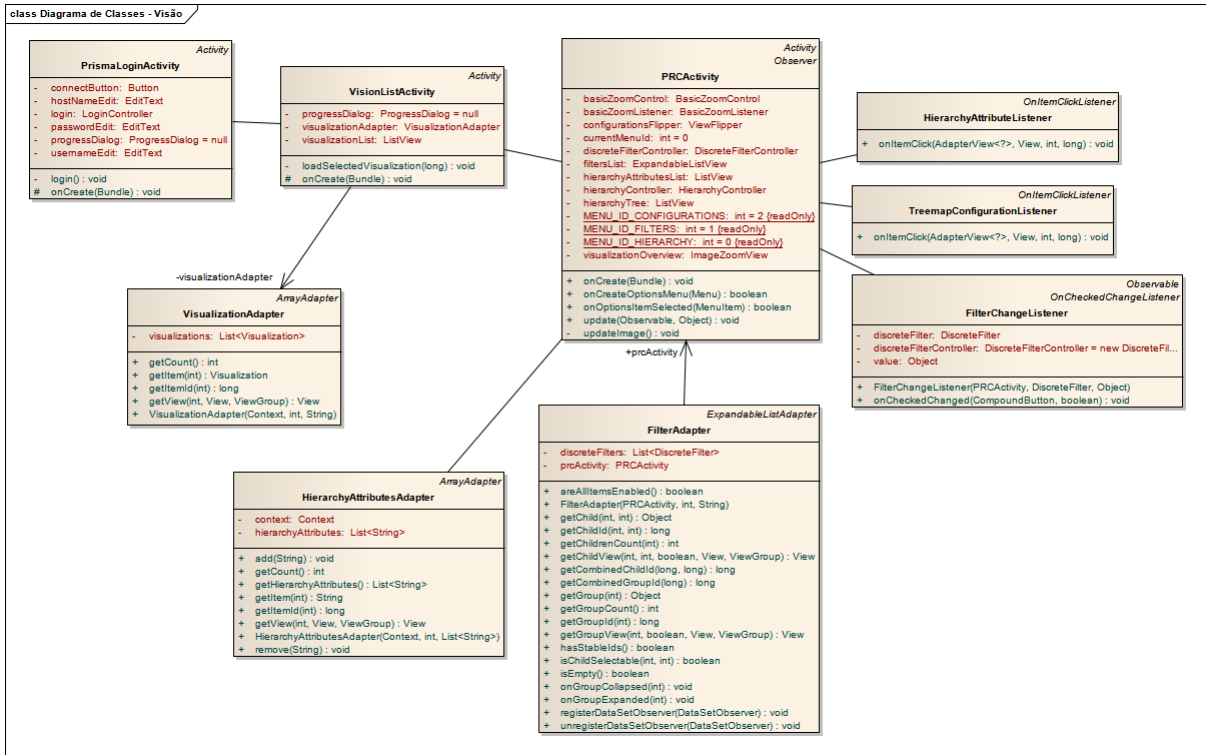


Figura 17 - Diagrama de Classes da camada de apresentação.

4.3.2.2 Lado Servidor

Na Figura 18 é possível observar a camada de serviços no lado servidor, esta camada deverá prover serviços para camada de *servlets* que tratarão as requisições HTTP, no diagrama é possível perceber que todas as classes são filhas da classe *PRCService*, que possui a lógica necessária para comunicação com o núcleo do PRISMA. Ao utilizar padrões como HTTP e XML para realização das requisições, podemos construir facilmente outros clientes que utilizem esses mecanismos para receber o serviço fornecido pelo PRISMA.

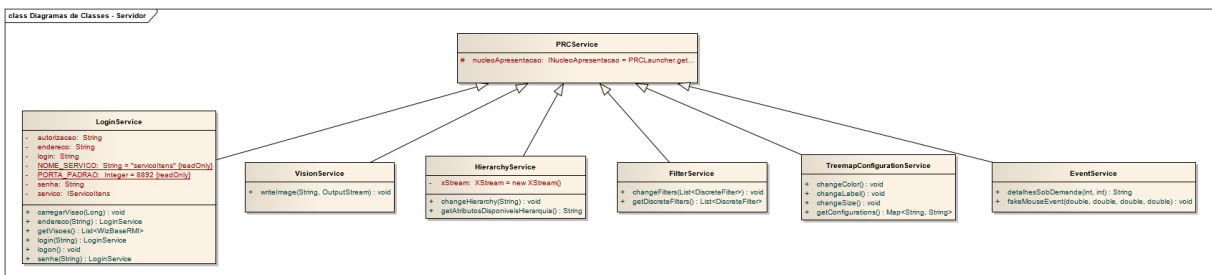


Figura 18 - Diagrama de classes da camada de serviço do lado servidor.

4.4 Camadas da Aplicação

A figura 19 ilustra a comunicação entre as camadas do lado cliente com o lado servidor, assim como a comunicação entre camadas de um mesmo lado. É possível observar que o cliente gera requisições HTTP que são atendidas por um servidor e respondidas com objetos serializados em XML, este formato é compreendido pelo cliente, que os converte novamente em objetos. A utilização desses padrões favorece a construção de novos clientes em plataformas diferentes desde que possuam suporte a dois padrões amplamente conhecidos como o XML e o HTTP.

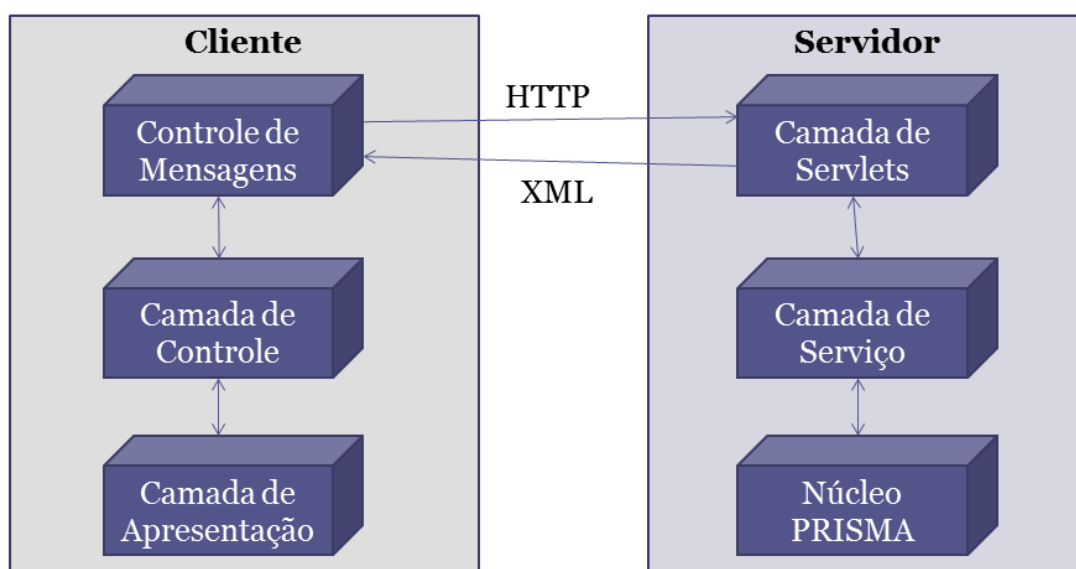


Figura 19 - Comunicação entre camadas da aplicação.

4.5 Apresentação da Interface e Funcionalidades

O protótipo conta com três telas de uso: (1) Acesso ao servidor PRISMA que permite o usuário configurar suas opções de acesso e endereço do servidor, ilustrado na Figura 19, (2) Lista de visualizações disponíveis de acordo com as opções de acesso, ilustrado na Figura 20, (3) Visão principal do sistema com as visualizações e mecanismo de interação, ilustrado na Figura 21, o menu inferior aparece ao pressionar a tecla *MENU*, disponível em todos os dispositivos com Android, é válido ressaltar ainda que a visão principal do sistema sempre é executada em modo tela cheia.

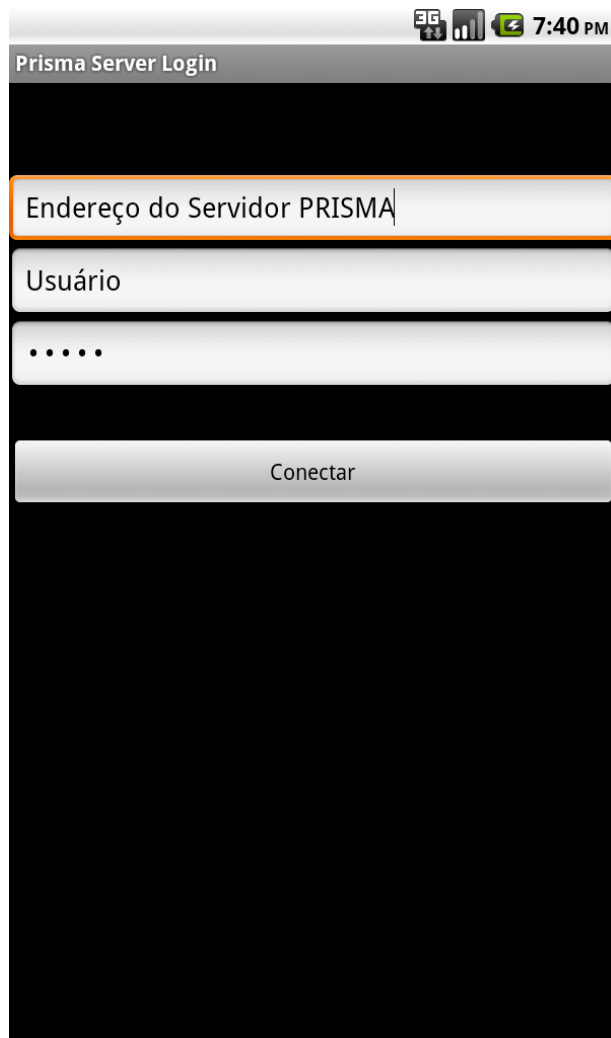


Figura 20 - Tela de login com o servidor.

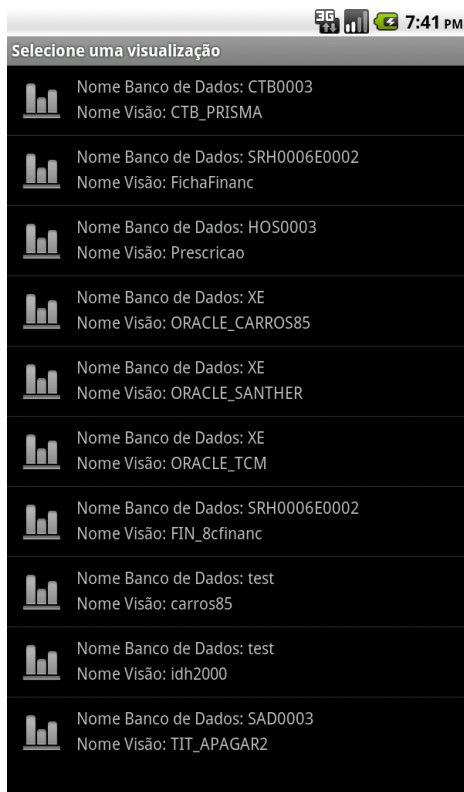


Figura 21 - Tela de seleção de visualização.

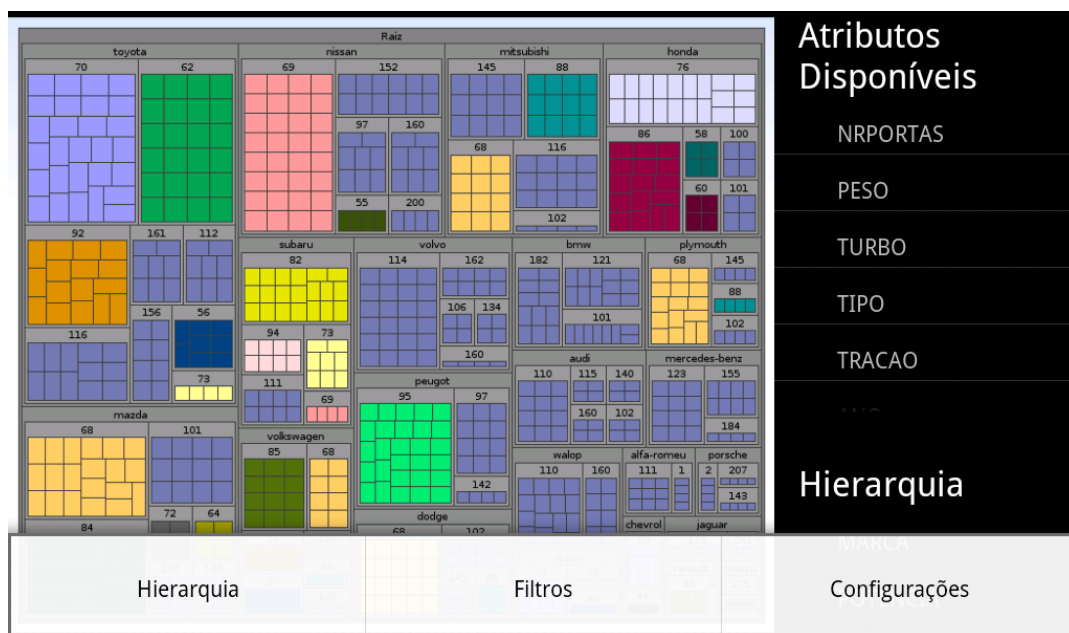


Figura 22- Principal visão da aplicação e seu menu escondido.

4.5.1 Características de uma boa ferramenta de visualização de informações

4.5.1.1 Visão Geral

A ferramenta apresenta uma visão geral dos dados permitindo que o usuário possua uma representação visual de toda a base de dados carregada para que possa posteriormente interagir através dos mecanismos presentes no protótipo.

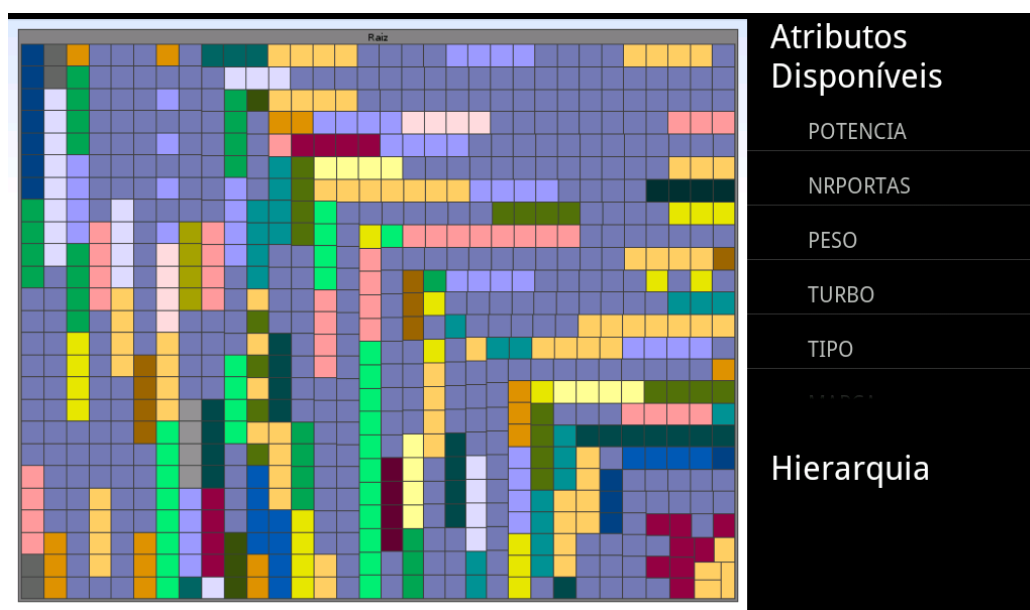


Figura 23 - Visão geral dos dados no protótipo.

4.5.1.2 Zoom

O protótipo possibilita que o usuário consiga aumentar o zoom na imagem ao segurar o dedo e arrastar até o limite de 16x, para diminuir o zoom o usuário pode realizar a operação arrastando o dedo no sentido inverso. A operação de zoom é bastante importante quando existem uma grande quantidade de itens na tela e o usuário deseja selecionar itens individuais, principalmente em dispositivos com telas reduzidas.

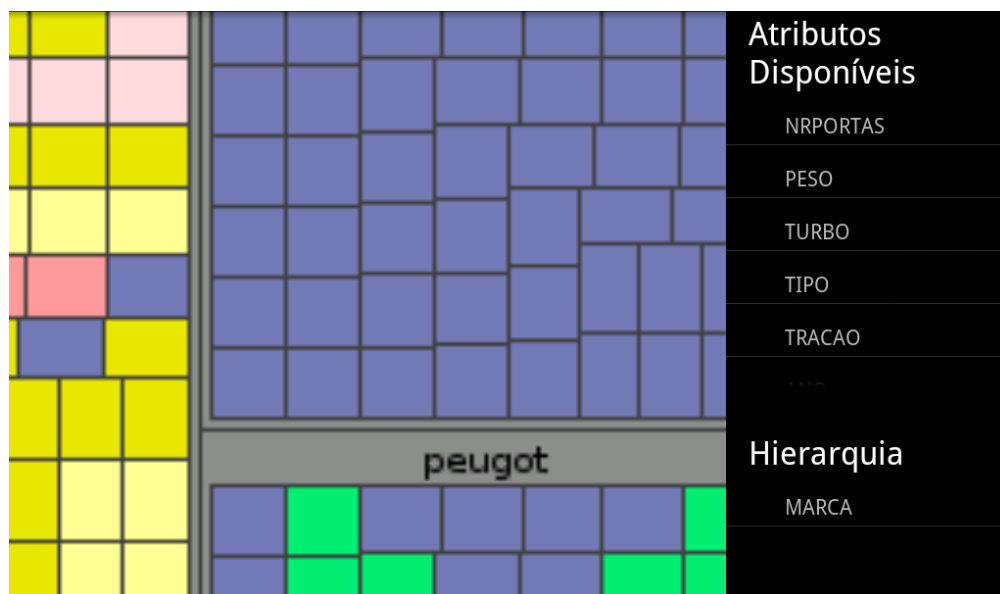


Figura 24 - Zoom de 8x aplicado na imagem do *treemap*.

4.5.1.3 Filtros

Os filtros permitem que o usuário trabalhe com um conjunto de dados do seu interesse, ou seja, excluindo grupos ou itens através da utilização de filtros dinâmicos, estes filtros podem ser discretos ou contínuos. Neste protótipo é possível utilizar filtros através da lista expansível com os atributos da aplicação. O usuário pode marcar ou desmarcar os *checkboxes* para incluir ou excluir determinados itens da visualização, ao realizar os filtros a visualização é atualizada automaticamente (Figura 24).

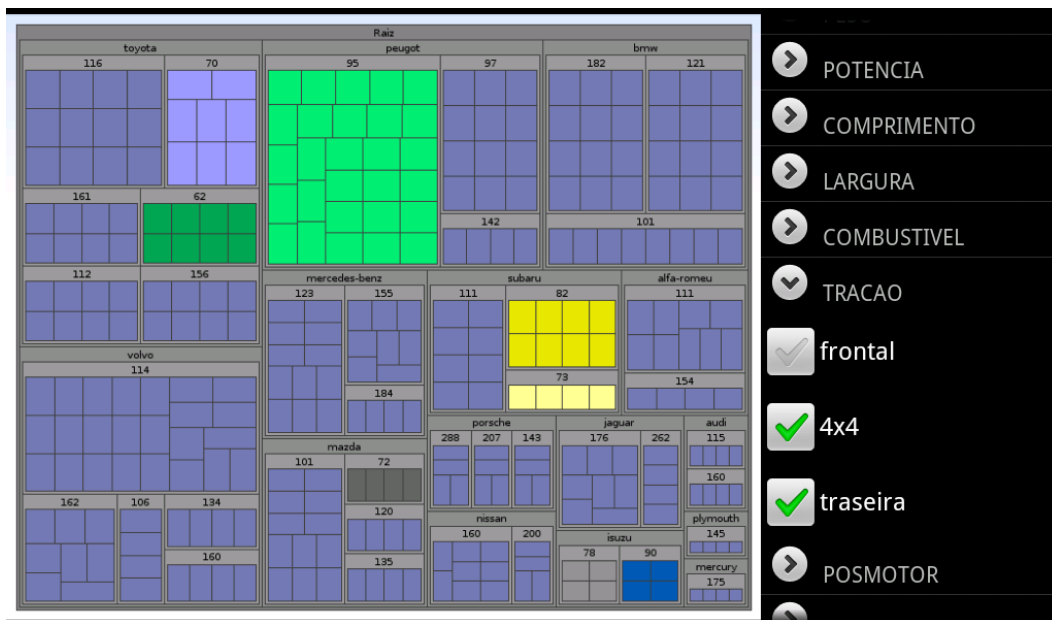


Figura 25 - Checkboxes sendo utilizados para filtros discretos.

4.5.1.4 Detalhes sob demanda

Ao clicar sob um ponto específico da visualização a ferramenta exibe em uma caixa de diálogo dados sobre aquele item (Figura 25).

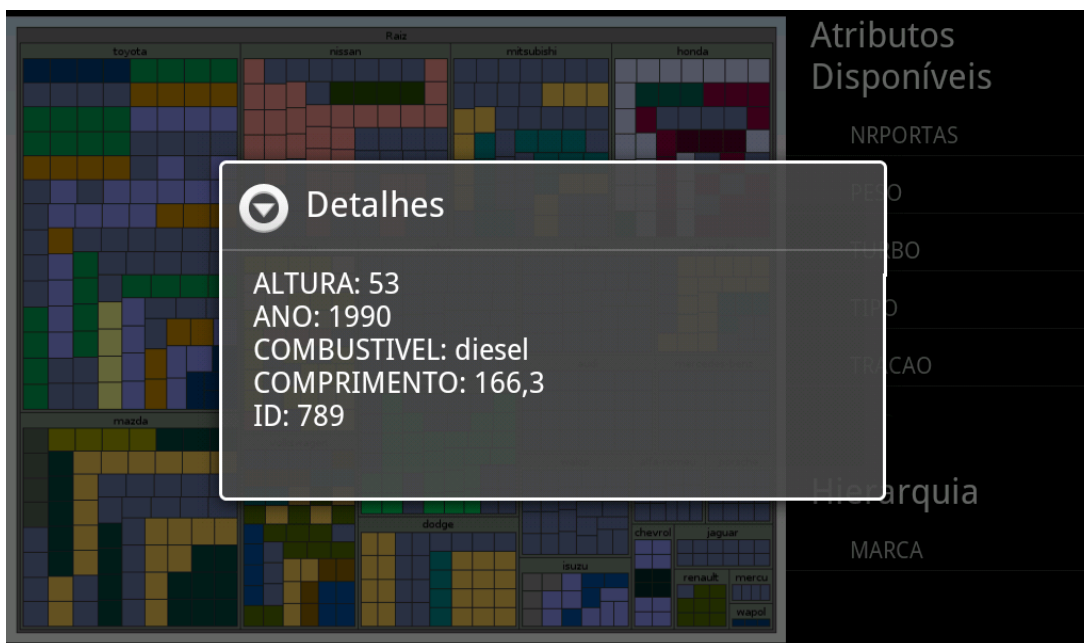


Figura 26 - Caixa de diálogo com detalhes sob demanda ao clicar em um item da visualização.

4.5.1.5 Outras configurações

Adicionalmente as principais características, o protótipo permite a realização de configurações específicas da técnica sendo utilizada, neste caso o *treemap*, através da interface é possível configurar a hierarquia dos grupos do *treemap*, como mostra a Figura 26, onde o usuário pode adicionar e remover atributos na hierarquia. É possível ainda configurar característica da exibição do *treemap*, como rótulo dos itens, atributo que determinará a cor e o tamanho dos itens, como ilustrado na Figura 27.

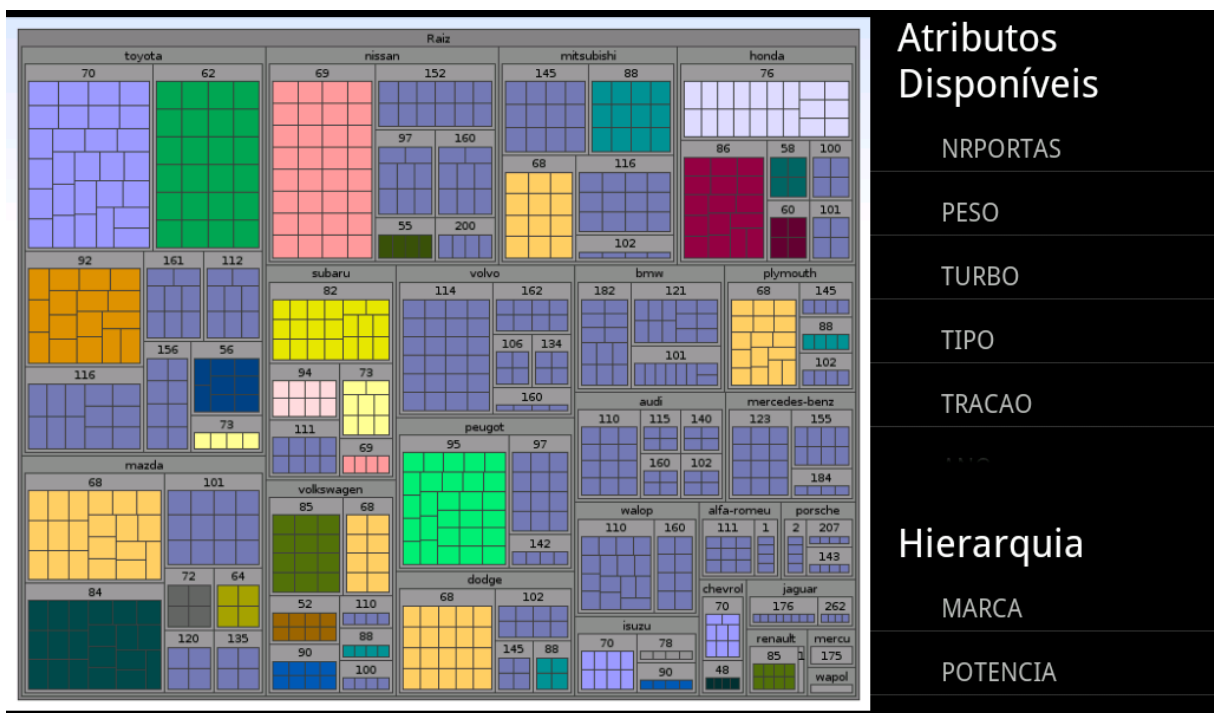


Figura 27 - Configuração de hierarquia do treemap.

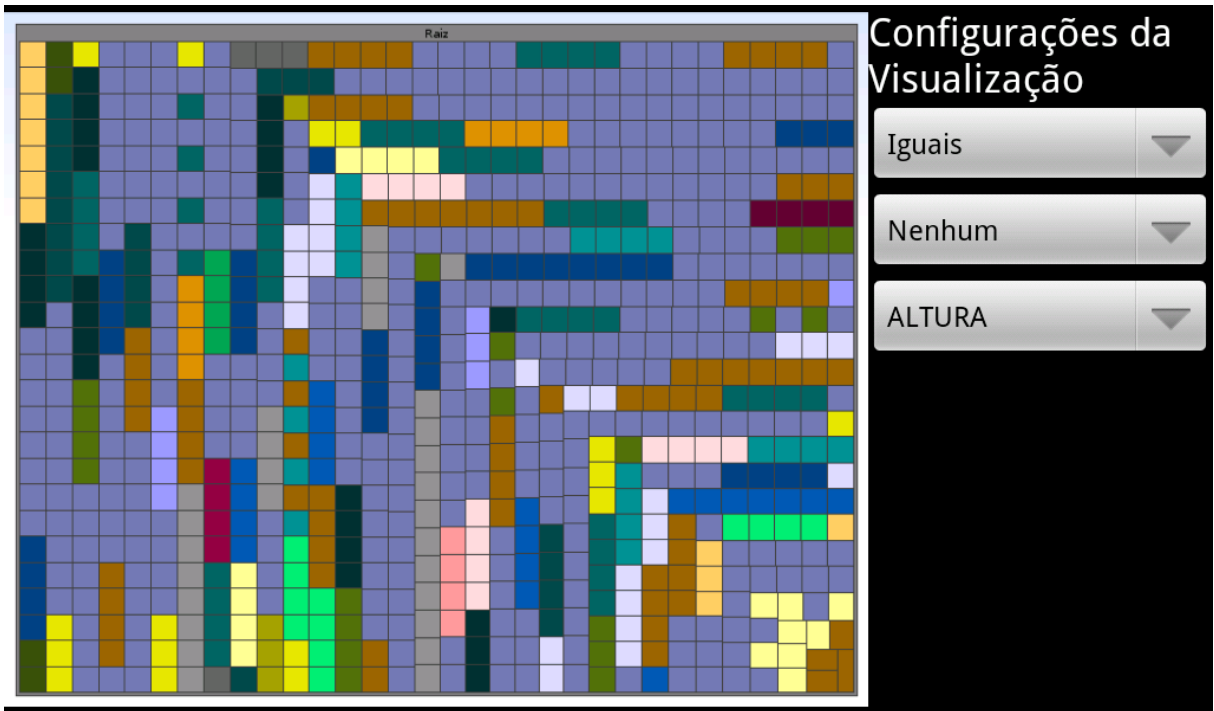


Figura 28 - Configurações específicas do *treemap*.

5 Conclusão

5.1 Considerações Finais

Este trabalho apresentou um protótipo de ferramenta de visualização da informação para tablets com suporte a técnica *treemap*, zoom, filtros e detalhes sob demanda.

O uso de um tablet com tela sensível ao toque explora novas possibilidades de interação que não estão presentes no ambiente desktop ou web, além disso, o processo de descoberta da informação pode se beneficiar das características de computação ubíqua e pervasiva presente em tais dispositivos móveis.

A utilização da ferramenta PRISMA como *backend* para a ferramenta desenvolvida foi bastante proveitosa no sentido de aproveitar a maturidade da ferramenta como alicerce para construção do protótipo.

Este trabalho busca contribuir no desenvolvimento de ferramentas de visualização de informações na plataforma móvel e do uso de novos mecanismos para interação com os dados além de permitir que estas interações possam ser realizadas de qualquer local.

5.2 Trabalhos Futuros

Com o intuito de melhorar a ferramenta para o usuário final poderíamos destacar as seguintes propostas de trabalho futuro:

- Realização de testes de usabilidade.
- Desenvolver um mecanismo de intervalos para aplicação de filtros contínuos, como o ilustrado na figura 28.
- Adição de novas técnicas de visualização da informação.



Figura 29 - Implementação de filtro contínuo usando barra de intervalo (PINHEIRO, 2008).

6 Referências Bibliográficas

ANDROID. Android 2.2 Platform. **Android Developers**, 2010. Disponível em: <<http://developer.android.com/sdk/android-2.2.html>>. Acesso em: 1 ago. 2011.

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. Palermo, Italy: ACM Press. 2000. p. 110-119.

CARD, S.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. **Readings in Information Visualization: Using Vision to Think**. [S.l.]: Morgan Kaufmann Publishers, 1999.

DOS SANTOS, S. R.; BRODLIE, K. **Gaining understanding of multivariate and multidimensional data through visualization**. Computer & Graphics. [S.l.]: [s.n.]. 2004. p. 311-325.

ENGDAHL, B.; KOKSAL, M.; MARSDEN, G. **Using treemaps to visualize threaded discussion forums on PDAs**. ACM CHI 2005 Conference on Human Factors in Computing Systems 2005 v.2. New York: [s.n.]. 2005. p. 1355-1358.

FAYYAD, U. M.; WIERSE, A.; GRINSTEIN, G. G. (Eds.). **Information visualization in data mining and knowledge discovery**. London: Academic Press, 2002.

FEW, S. **Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis**. 1st. ed. [S.l.]: Analytic Press, 2009.

FLOWINGDATA. How to Make a Heatmap – a Quick and Easy Solution. **FlowingData**, 2010. Disponível em: <<http://flowingdata.com/2010/01/21/how-to-make-a-heatmap-a-quick-and-easy-solution/>>. Acesso em: 20 Outubro 2011.

GARTNER. iPad and Beyond: What the Future of Computing Holds. **Gartner**, 30 set. 2011. Disponível em: <<http://www.gartner.com/technology/research/ipad-media-tablet/future-of-computing.jsp>>. Acesso em: 15 out. 2011.

GODINHO, P. I. A. et al. **PRISMA – A Multidimensional Information Visualization Tool Using Multiple Coordinated Views**. Proceedings of 11th International Conference Information Visualization (IV '07). Zurich: [s.n.]. 2007. p. 23-32.

HEIMONEN, T. Information Visualization on Small Display Devices, 2002. Disponível em: <<http://www.cs.uta.fi/research/theses/>>. Acesso em: 11 nov. 2011.

HUMAN-COMPUTER INTERACTION LAB / UNIVERSITY OF MARYLAND. Treemap: Home Page. **Treemap**, 2003. Disponível em: <<http://www.cs.umd.edu/hcil/treemap/>>. Acesso em: 31 out. 2011.

IDC. IDC Go-to-Market Services: The 2011 Digital Universe Study: Extracting Value from Chaos. **IDC**, 2011. Disponível em: <<http://www.emc.com/collateral/demos/microsites/emc-digital-universe-2011/index.htm>>. Acesso em: 24 out. 2011.

INSELBERG, A.; DIMSDALE, B. **Parallel Coordinates**: a tool for visualizing multi-dimensional geometry. Proceedings of the 1st conference on Visualization. San Francisco: IEEE Computer Society Press. 1990. p. 361-378.

JACKO, J. A.; SEARS, A. **The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications**. [S.l.]: Lawrence Erlbaum Assoc Inc, 2003.

JOHNSON, B.; SHNEIDERMAN, B. **Treemaps**: A Space-Filling Approach to the Visualization of Hierarchical Information Structures. Proceedings of the IEEE Information Visualization. [S.l.]: IEEE. 1991. p. 275-282.

KEIM, D. A. Information Visualization and Visual Data Mining. **IEEE Transactions in Visualization and Computer Graphics**, Janeiro-Março 2002. 102-107.

KEIM, D. A.; MANSMANN, F. A. S. J. A. Z. H. **Challenges in Visual Data Analysis**. Proceedings of Information Visualization (IV 2006). [S.l.]: [s.n.]. 2006. p. 9-16.

LARMAN, C. **Utilizando UML e Padrões**. [S.l.]: Bookman, 2007.

NORTH, C.; SHNEIDERMAN, B. **Snap-Together Visualization**: A User Interface for Coordinating Visualizations via Relational Schemata. Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces. Palermo, Italy: ACM Press. 2000. p. 128-135.

OLIVEIRA, M. C. F.; LEVKOWITZ, H. **From Visual Data Exploration to Visual Data Mining**: A Survey. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. [S.l.]: [s.n.]. 2003. p. 378-393.

PINHEIRO, S. C. V. **A Tourism Information Analysis Tool for Mobile Devices**. 12th International Conference Information Visualisation. London: [s.n.]. 2008. p. 265-269.

PROTOVIS. Protovis - Parallel Coordinates. **Protovis**, 2011. Disponível em: <<http://mbostock.github.com/protovis/ex/cars.html>>. Acesso em: 11 nov. 2011.

PURCHASE, H. C. et al. Theoretical Foundations of Information Visualization. In: KERREN, A., et al. **Lecture Notes In Computer Science**. Berlin: Springer-Verlag, v. 4950, 2008. p. 46-64.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the User Interface**: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. 3ª. ed. [S.l.]: Addison Wesley Longman, Inc, 1998.

SPENCE, R. **Information Visualization - Design for interaction**. [S.l.]: Addison Wesley - ACM Press, 2001.

VERCELLIS, C. **Business Intelligence**: Data Mining and Optimization for Decision Making. Milano: WILEY, 2009.

WARE, C. **Information Visualization**: Perception for Design. 2ª. ed. San Francisco: Elsevier, 2004.

WURMAN, R. S. **Information Anxiety**. New York: Doubleday, 1989.