



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Visualização de dados em dispositivos móveis: um estudo de caso com dados pluviométricos

Wallyson Nunes Alves Lima

Orientador: Milton Hirokazu Shimabukuro

Objetivo

- Neste artigo serão abordadas técnicas de visualização em dispositivos Móveis aplicadas aos dados de índices pluviométricos de postos do estado de São Paulo.
- Serão analisadas as diferentes técnicas de visualização para verificar a adequação aos dispositivos móveis, identificar as limitações inerentes a esses dispositivos e comparar com uma versão web

Aplicações

- Duas aplicações foram definidas e implementadas para a análise dos dados por meio das visualizações.
- **Mobile Visualization Tool (MobiViTool)**, é uma webapp que usa visualizações no Android por meio de Webviews.
- **Web Visualization Tool (WebViTool)** utilizando somente tecnologias para web.

Introdução

- A visualização é definida como representação da informação através de representações gráficas.
- A visualização da informação pode ampliar a capacidade cognitiva armazenando uma grande quantidade de informação em rápidas e acessíveis formas usando representações visuais (Neugebauer et al.,2015).

Processo de Visualização

- O processo para criar uma visualização é iniciado com a análise dos dados que se quer extrair Informação.
- Estes dados podem ser simples ou estruturados e podem vir de uma variedade de locais.
- Como um servidor web, banco de dados e até mesmo arquivos de dados textuais.

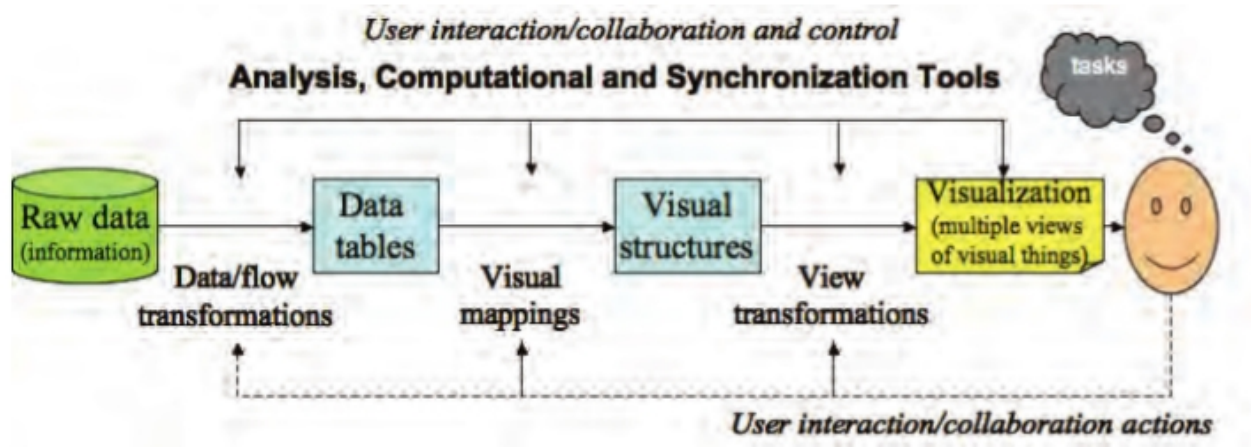
Processo de Visualização

- **Modelagem de dados:** nesta etapa precisamos dos dados que podem estar em um arquivo ou banco de dados, eles devem ser estruturados e é preciso conhecer o nome, tipo, tamanho e atributos dos dados.
- **Seleção de Dados:** Nesta parte são identificadas o subconjunto de dados que serão utilizados para a visualização. Isto ocorre sem o usuário perceber, esta etapa é feita através de algoritmos.

Pipeline de Visualização

- **Mapeamento Visual dos Dados:** Esta é uma parte importante, citado muitas vezes como o coração da visualização, que é transformar o mapeamento dos dados em entidades gráficas dos atributos extraídos. Nesta etapa são controlados os atributos da visualização como tamanho, cor e posição do objeto.
- **Configuração de Parâmetros de Cena:** As visualizações podem ter atributos que são independentes dos dados que incluem a cor da seleção do mapa, sons do mapa e especificações de luz (visualizações em 3D).

Pipeline de Visualização



Visão geral do Android

- O sistema operacional Android foi desenvolvido pela empresa Android Inc. no ano de 2005 na cidade de Palo Alto, Califórnia.
- A Google comprou a Android Inc em agosto de 2005.
- E em 2007 foi lançado o sistema operacional Android sobre o padrão Open Source e construído sobre o kernel Linux versão 2.6.

Arquitetura do Android



WebView

- Em Android uma WebView é uma View (Componentes de Interface de Usuário) que mostra páginas web.
- Foi utilizada para rodar a biblioteca D3 para criar visualizações de informação.
- A Webview utiliza um webkit para rodar a tecnologia web.

Tecnologias Utilizadas para gerar a Visualização

- Data-Driven Document (D3) que é uma biblioteca Javascript.
- Ela cria a visualização usando HTML, SVG, e CSS
- NVD3 que é uma framework que reutiliza as visualizações e componentes do D3

Tecnologias Utilizadas no MobiViTool

- MobiViTool é um aplicativo Android que foi desenvolvido em na linguagem de programação Java, XML e as tecnologias para gerar as visualizações.
- O aplicativo MobiVitoool faz conexão remota com um banco de dados MariaDB.

Tecnologias Utilizadas no WebViTool

- WebViTool foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação PHP, o servidor Web de software livre Apache, além das tecnologias para gerar as visualizações.
- Ele também utilizou o banco de dados MariaDB.

Dados da Aplicação

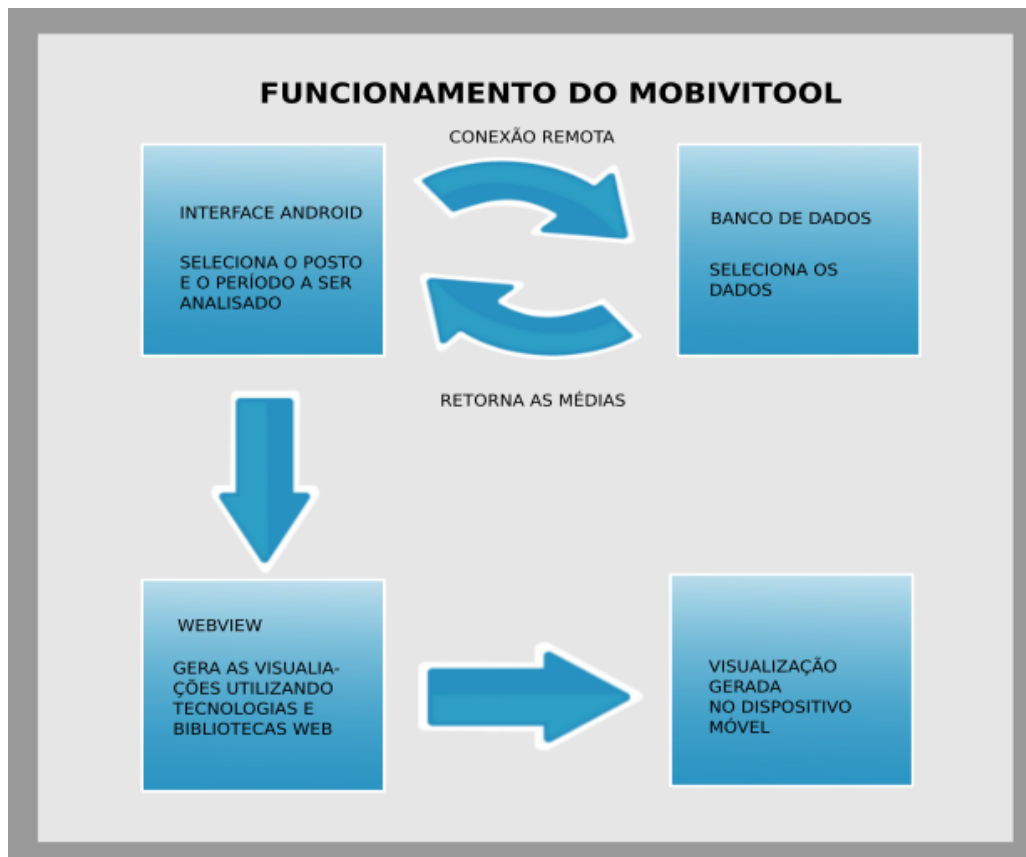
- Os arquivos com os dados estavam armazenados em diversos arquivos textuais.

```
11
Prefixo,Nome,Município,Bacia,Altitude,Latitude,Longitude,Ano Inicial,Ano Final,Intervalo,Consistencia
A6-001;RIOLANDIA;RIOLANDIA;GRANDE; 400; 1958; 4941;1959;1997; 23; 1970/ 1971/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/
1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
A7-001;POPULINA;POPULINA;GRANDE; 440; 1956; 5032;1969;1997; 20; 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/
1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
A7-002;INDIAPORA;INDIAPORA;GRANDE; 450; 1959; 5015;1969;1997; 22; 1971/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/
1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
A7-003;ARABA;GUARANI D'OESTE;GRANDE; 440; 1953; 5025;1970;1997; 23; 1970/ 1971/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/
1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
A7-004;FAZ. PADUA DINIZ;MIRA ESTRELA;GRANDE; 400; 1954; 5011;1970;1997; 21; 1970/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/
1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991
B4-001;FRANCA;FRANCA;BAGRES; 1020; 2031; 4724;1935;1997; 34; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/ 1965/ 1966/ 1967/ 1968/ 1969/ 1970/
1971/ 1972/ 1973/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
B4-002;BURITIZAL;BURITIZAL;BANDEIRA; 840; 2011; 4743;1931;1997; 35; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/ 1965/ 1966/ 1967/ 1968/ 1969/
1970/ 1971/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
B4-003;USINA DOURADOS;NUPORANGA;SAPUCAI MIRIM; 610; 2039; 4741;1931;1997; 34; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/ 1965/ 1966/ 1967/
1968/ 1969/ 1970/ 1971/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
B4-005;USINA ESMERIL;ALTINOPOLIS;SAPUCAI; 720; 2050; 4718;1936;1997; 35; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/ 1965/ 1966/ 1967/ 1968/
1969/ 1970/ 1971/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
B4-006;ITUVERAVA (SANBRA);ITUVERAVA;RIO DO CARMO; 620; 2020; 4748;1937; 1971; 12; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/ 1965/ 1966/ 1967/
1968/ 1969
B4-012;FAZ. CONQUISTA;SALES OLIVEIRA;SANTA BARBARA; 750; 2048; 4746;1940;1997; 33; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/ 1965/ 1966/
1967/ 1968/ 1969/ 1971/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991
B4-015;ORLANDIA;ORLANDIA;AGUDO; 680; 2044; 4753;1937;1997; 35; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/ 1965/ 1966/ 1967/ 1968/ 1969/ 1970/
1971/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/ 1990/ 1991/ 1992
B4-018;FAZ. SANTA CECILIA;SAO JOAQUIM DA BARRA;SAPUCAI MIRIM; 590; 2031; 4758;1937;1997; 33; 1958/ 1959/ 1960/ 1961/ 1962/ 1963/ 1964/
1965/ 1966/ 1967/ 1968/ 1969/ 1972/ 1973/ 1974/ 1975/ 1976/ 1977/ 1978/ 1979/ 1980/ 1981/ 1982/ 1983/ 1984/ 1985/ 1986/ 1987/ 1988/ 1989/
```

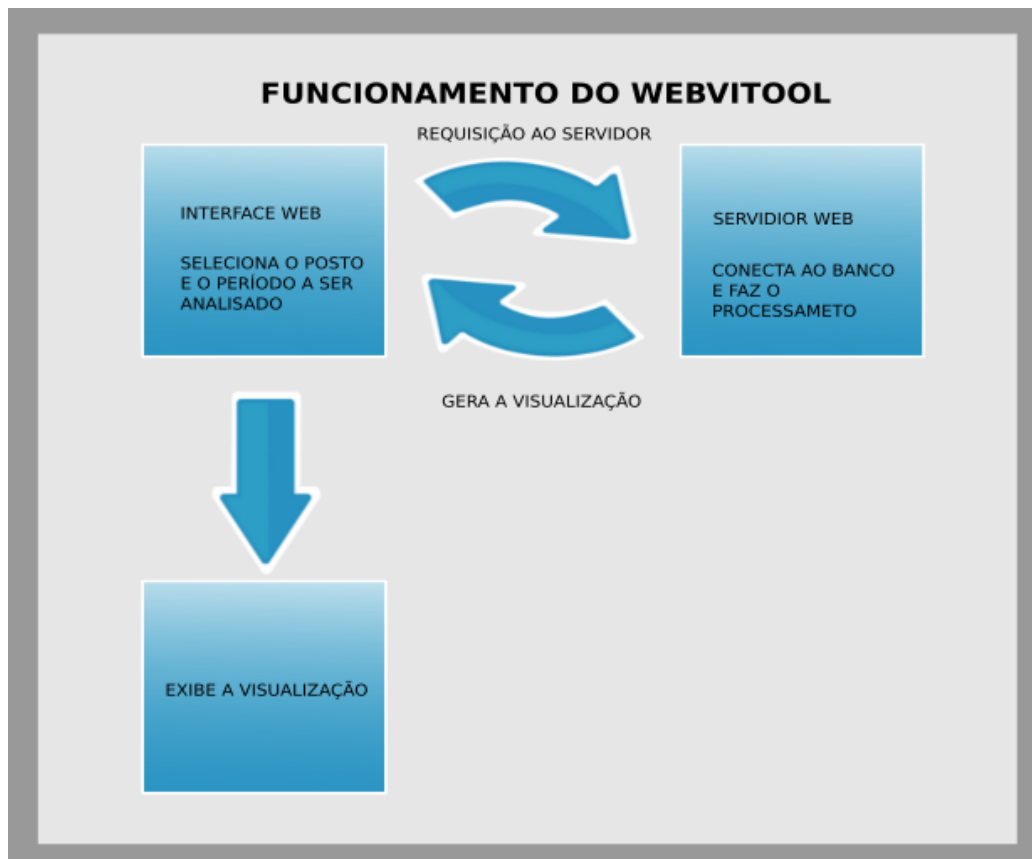
Funcionamento da Arquitetura MobiViTool

- webapp que utiliza um banco de dados que armazena os dados
- Usuário seleciona o local dos postos e o período para ser analisado
- Faz conexão remota com o banco de dados, que retorna as médias.
- Aplicação gera um arquivo texto CSV ou TSV formatado
- Lê esse arquivo e com as bibliotecas de visualização (D3, NVD3) e código Javascript são geradas as visualizações

Funcionamento da Arquitetura MobiViTool



Funcionamento da Arquitetura WebiViTool



Resultados e Discussão

- Inicialmente para fazer a comparação entre as duas versões foi pensado criar uma aplicação híbrida para a versão web utilizando frameworks como Apache Cordova ou Xamarin.
- Entretanto verificou-se que não haveria uma grande diferença
- Pensando nisso foi pensado construir a versão web totalmente como Uma aplicação no lado servidor, sendo o smartphone um elemento de exibição.

Desenvolvimento MobiViTool

- Foi desenvolvido primeiro.
- Dificuldade para rodar as bibliotecas (D3/NVD3) localmente.
- Utilizar as bibliotecas através de Links, a aplicação necessita baixar.
- As visualizações foram feitas e testadas no navegador Web.
- Concluídas eram adaptadas para o Android.
- Não era trivial testar no Android.

Desenvolvimento MobiViTool

- A diferença na interface entre uma aplicação Android e web/desktop – touch e mouse/teclado, respectivamente é um fator de impacto no desenvolvimento.
- Na versão Mobile, o uso de tooltip quando o usuário passa o mouse (mouseover) em uma região de interesse não funcionaram.

Desenvolvimento WebiViTool

- Foi adaptado do código do MobiViTool.

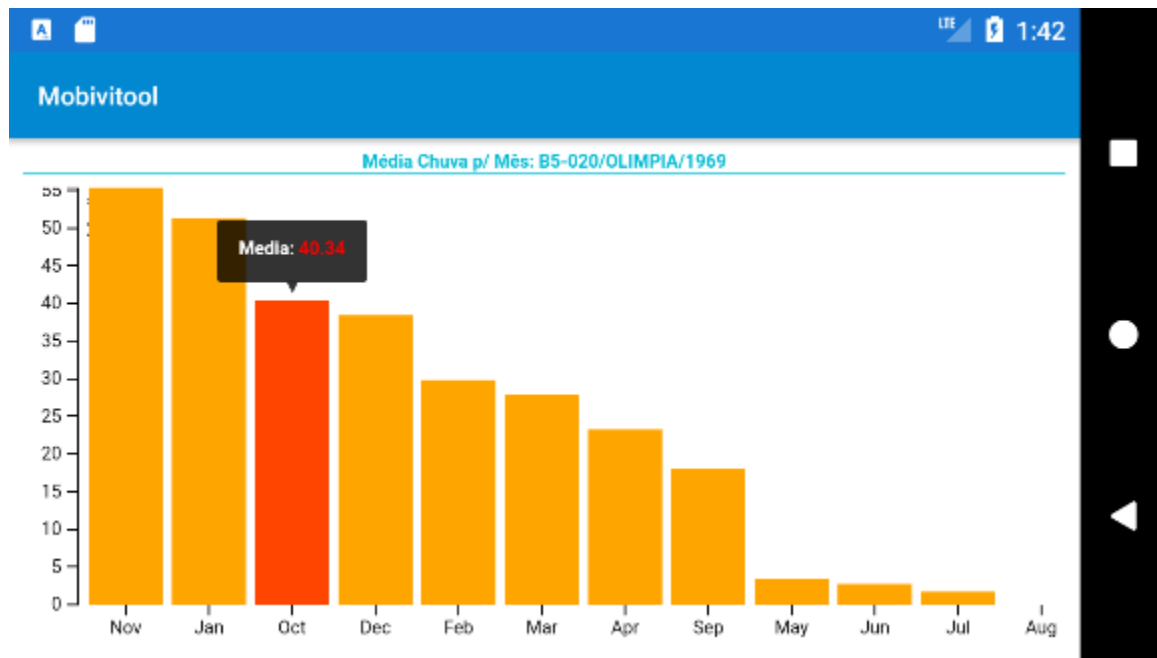
Escolha das Técnicas de Visualizações

- A escolha das técnicas de visualização foi considerar as limitações que os smartphones possuíam, além das, que seriam ideais para representar os dados pluviométricos do estado de São Paulo.

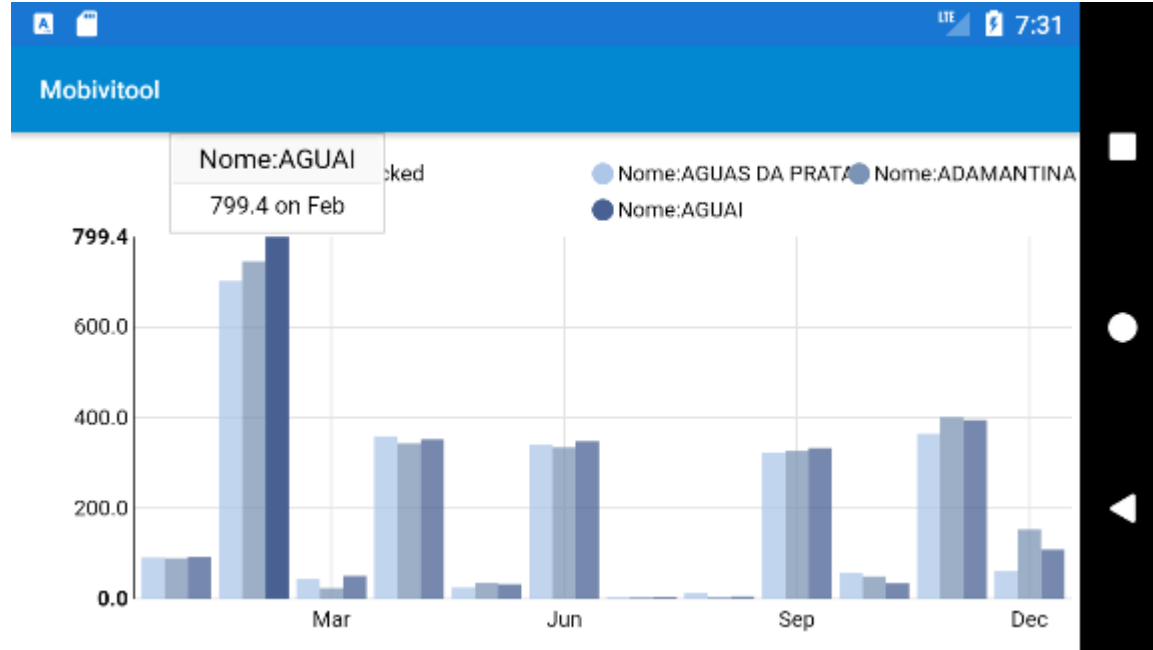
Técnica Bar Chart

- Ser simples, fácil de entender, ordenado com base na média mensal de pluviometria, tornando o entendimento dos dados mais intuitivo.

Técnica Bar Chart



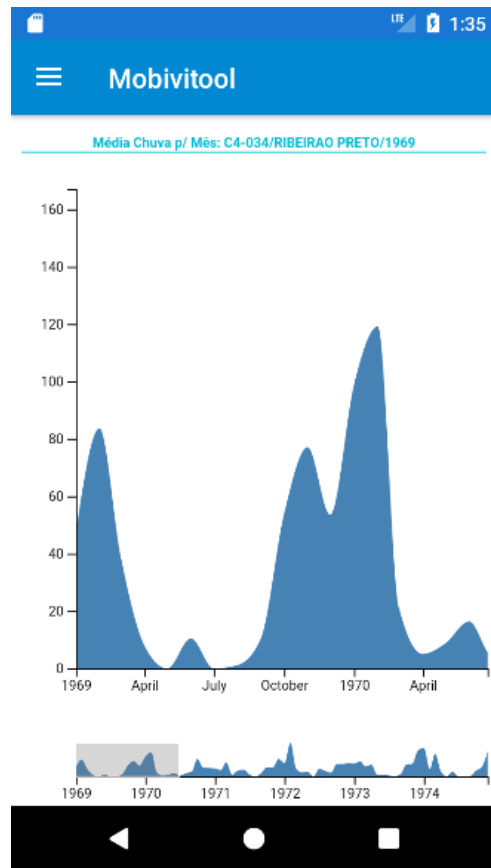
Técnica Bar Chart



Técnica Brush and Zoom

- Permite o usuário selecionar uma região de interesse para ampliar, concentrando-se em uma região específica, o ideal para a pequena tela dos dispositivos móveis.

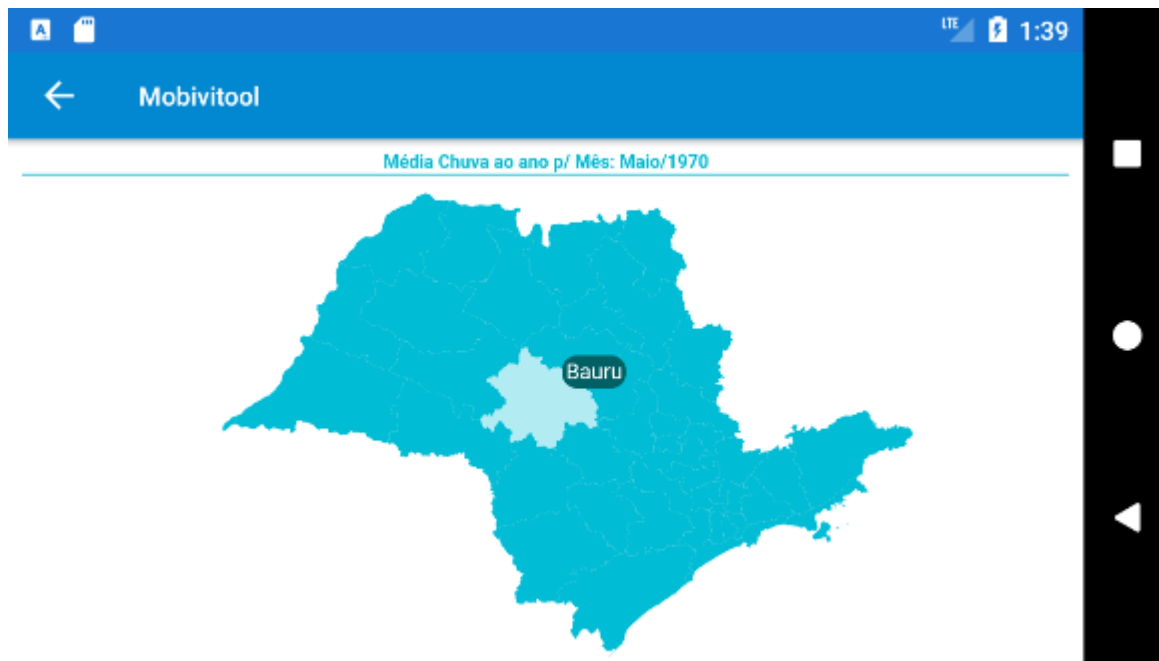
Técnica Brush and Zoom



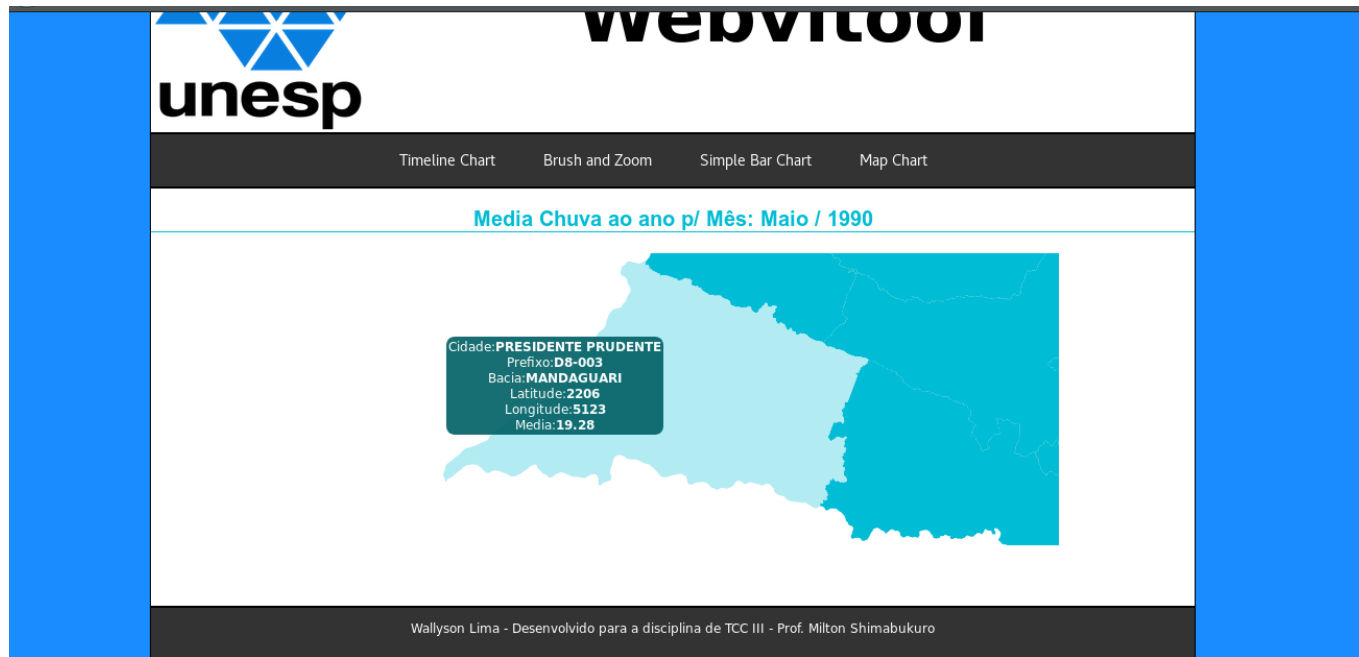
Técnica baseada em Geoespacial

- Os dados de cada posto baseado em sua localização no mapa do estado de São Paulo.

Técnica baseada em Geoespacial



Técnica baseada em Geoespacial



Testes das Aplicações

- Smartphone virtual utilizado na própria IDE Android Studio, configuração 2 núcleos de processamento, 1 GB de memória e tela de 720 x 1280.
- Smartphone Físico Motorola Moto E 2o Geração, com 4 núcleos, 1 GB de memória e tela 960 x 540.

Testes Bar Chart MobiViTool

•

	CPU %	Pico CPU %	Memória (MB)	Pico Memória (MB)	Qtde Threads	Tempo (segundos)
Smartphone Virtual	45-60	68	60-90	92	52	58
Smartphone Físico	10-30	41	20-60	80	51	53

Testes Brush and Zoom MobiViTool

•

	CPU %	Pico CPU %	Memória (MB)	Pico Memória (MB)	Qtde Threads	Tempo (segundos)
Smartphone Físico	5-35	40	35-80	87	51	10,68

Testes Geoespacial MobiViTool

-

	CPU %	Pico CPU %	Memória (MB)	Pico Memória (MB)	Qtde Threads	Tempo (segundos)
Smartphone Físico	20-70	78	60-100	100	53	72

Testes Geoespacial MobiViTool

-

	CPU %	Pico CPU %	Memória (MB)	Pico Memória (MB)	Qtde Threads	Tempo (segundos)
Smartphone Físico	20-70	78	60-100	100	53	72

Análise

- A visualização que carregou mais rápido em tempo foi a “Brush and Zoom”, carregou em apenas 10,68 segundos
- A que utilizou mais recursos como memória e CPU foi a geoespacial devido ser necessário carregar as coordenadas cartesianas e gerar o mapa de São Paulo.

Testes Bar Chart WebiViTool

-

	CPU %	Pico CPU %	Memória (MB)	Pico Memória (MB)	Qtde Threads	Tempo (segundos)
Smartphone Físico	5-55	57	73-90	94	47	4

Testes Brush and Zoom WebiViTool

-

	CPU %	Pico CPU %	Memória (MB)	Pico Memória (MB)	Qtde Threads	Tempo (segundos)
Smartphone Físico	5-40	40	50-80	81	49	2

Testes Geoespacial WebiViTool

-

	CPU %	Pico CPU %	Memória (MB)	Pico Memória (MB)	Qtde Threads	Tempo (segundos)
Smartphone Físico	5-70	79	75-100	101	49	14

Análise MobiViTool X WebViTool

- WebViTool carregou as visualizações em um menor tempo, utilizou uma porcentagem inferior da CPU, mas no quesito memória se manteve estável com pequenas variações
- A aplicação WebViTool pode ser considerada como mais adequada para a implementação

Conclusão

- certa dificuldade para criar visualizações para dispositivos móveis por causa das tecnologias não serem nativas no Android, precisando rodar em uma Webview.
- As visualizações rodaram melhor em um smartphone real do que no smartphone virtual.
- No WebVtool a aplicação rodou melhor em um menor tempo.

Trabalhos Futuros

- Implementar visualizações mais complexas, como em 3D, construir uma versão utilizando programação nativa para analisar o desempenho e testar formas de interação com a interface touch.

Obrigado pela Atenção !