



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
JÚLIO DE MESQUITA FILHO  
Campus de Presidente Prudente

**Fernando Genghini**

***Extensão da Plataforma de Visualização InfoVis Incorporando  
Recursos de Interatividade***

Presidente Prudente

2011

**FERNANDO GENGHINI**

**EXTENSÃO DA PLATAFORMA DE VISUALIZAÇÃO INFOVIS  
INCORPORANDO RECURSOS DE INTERATIVIDADE**

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP - Câmpus de Presidente Prudente, como requisito para a conclusão do curso.

**Orientador:** Professor Dr. Milton Hirokazu Shimabukuro

**PRESIDENTE PRUDENTE**

**2011**

# **TERMO APROVAÇÃO**

**FERNANDO GENGHINI**

## **EXTENSÃO DA PLATAFORMA DE VISUALIZAÇÃO INFOVIS INCORPORANDO RECURSOS DE INTERATIVIDADE**

Monografia aprovada como requisito parcial para conclusão do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, da Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Milton Hirokazu Shimabukuro  
Departamento de Matemática, Estatística e Computação - UNESP

Prof. Dr. Edilson Ferreira Flores  
Departamento de Matemática, Estatística e Computação - UNESP

Prof. Dr. Almir Olivette Artero  
Departamento de Matemática, Estatística e Computação - UNESP

Presidente Prudente, 19 de Dezembro de 2011

# Resumo

O homem armazena dados dos mais diversos eventos cotidianos, a fim de se conhecer melhor, detectar comportamentos, prever acontecimentos e ter um forte embasamento nas tomadas de decisão. Com a grande escala dos acontecimentos, o produto dessa coleta acumula-se rapidamente resultando em montantes de dados necessitando serem processados para que se extraia alguma informação de valor. A maior parte desses dados possui uma componente temporal, originada ao longo do processo de coleta (diária, mensal ou anual), que deve ser considerada no processo de análise. Essa análise baseada na componente temporal pode ser uni-escala ou multi-escala. A mineração de dados tem o intuito de extrair conhecimento de interesse em grandes bases de dados e aliada a ferramentas de visualização a mineração pode se mostrar ainda mais eficaz na detecção dessas informações de interesse. Essas ferramentas exibem uma representação visual desses montantes de dados e permitem que o usuário manipule-os para atingir seu objetivo. Quanto maior as possibilidades de manipulação e interação que uma ferramenta prover ao usuário, maiores são as chances de se produzir resultados consistentes. O usuário pode também combinar ferramentas e mais ainda, combinar os passos do processo de exploração entre elas, através de troca de mensagens. Esta monografia visa inserir uma maior interatividade na implementação do modelo de arquitetura AdaptaVis desenvolvido por Shimabukuro (2004), o Infovis, estendendo sua capacidade de exploração e fornecendo uma base mais consistente para o usuário manipular seus dados e extrair informações.

**palavras-chave:** visualização da informação. mineração de dados. visualização multi-escala. visualização temporal.

# Abstract

People store data of the most different daily events, to know yourself, detect behaviors, predict events and have an strongly knowledge to take decisions. The growth of the events, results in a large amount of data collected and this data needs to be processed to get value information. This data have a temporal component from the collect process (daily, monthly or annually) and this need to be consider on the exploration. The exploration based on temporal component can be uni-scale or multi-scale. The data mining goes toward to extract knowledge from large databases and if combined with visualization tools, the data mining can be more effective to detect information. This visualization tools display data and allow user to manipulate and change it by interaction features toward your goal. The user can combine tools and combine the steps of visualization among the tools through messages. This monograph aim to insert interactivity on AdaptaVis architecture model, developed by Shimabukuro (2004), the InfoVis, then extends its ability of exploration and provide a consistent base for the user handle data and extract information.

**Keywords:** information visualization. data mining. multi-scale visualization. temporal visualization.

# Lista de Figuras

|      |                                                                                                                                           |       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.1  | História da visualização da informação. Few (2007). . . . .                                                                               | p. 19 |
| 2.2  | Processos da descoberta de conhecimento. Shimabukuro (2004) adaptado de Fayyad et al. (1996). . . . .                                     | p. 21 |
| 2.3  | Exemplo de visualização com técnicas orientadas a pixel para um caso com 6 atributos. Shimabukuro (2004) adaptado de Keim (2000). . . . . | p. 24 |
| 2.4  | Possibilidades de disposição dos pixels nas técnicas orientadas a pixel. Keim (1996). . . . .                                             | p. 26 |
| 2.5  | Esquema de representação em Segmentos de Círculo. Shimabukuro (2004) adaptado de Keim (2000). . . . .                                     | p. 27 |
| 2.6  | Esquema de ordenação dos pixels em Gráficos de Barras. Adaptado de Keim et al. (2001). . . . .                                            | p. 27 |
| 2.7  | Exemplo de representação utilizando Gráficos de Barras. Adaptado de Keim et al. (2001). . . . .                                           | p. 28 |
| 2.8  | Exemplo de representação por Coordenadas Paralelas. Ward (1994). . . . .                                                                  | p. 29 |
| 2.9  | Representação por Coordenadas Paralelas saturada por muitas sobreposições. Inselberg (1997). . . . .                                      | p. 29 |
| 2.10 | Representação utilizando Figura de Arestas e a sua formação de texturas nos resultados. Grinstein (2001). . . . .                         | p. 30 |
| 2.11 | Atributos de uma visualização uni-escala. Adaptado de Shimabukuro (2004). . . . .                                                         | p. 31 |
| 2.12 | Agrupamento de visualizações uni-escala, permitindo uma melhor análise dos dados. Adaptado de Shimabukuro (2004). . . . .                 | p. 32 |
| 2.13 | Esquemas de representação de uma visualização multi-escala. Shimabukuro (2004). . . . .                                                   | p. 33 |

|      |                                                                                                                                           |       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.14 | Componentes do AdaptaVis. Shimabukuro (2004). . . . .                                                                                     | p. 36 |
| 2.15 | Núcleos Básico e Funcional e sua interação. Shimabukuro (2004). . . . .                                                                   | p. 37 |
| 3.1  | Núcleo básico. As setas centrais tem a finalidade de mostrar a possível<br>comunicação que os componentes do núcleo tem entre si. . . . . | p. 47 |
| 3.2  | Comunicação básica entre o gerenciador de interfaces e um componente fun-<br>cional . . . . .                                             | p. 47 |
| 3.3  | Comunicação básica entre o gerenciador de componentes e um componente<br>funcional . . . . .                                              | p. 48 |
| 3.4  | Comunicação básica entre o gerenciador de ações e um componente funcional                                                                 | p. 49 |
| 3.5  | Comunicação básica entre o gerenciador de monitoramento e um componente<br>funcional . . . . .                                            | p. 49 |
| 4.1  | Tela inicial Plataforma Infovis . . . . .                                                                                                 | p. 51 |
| 4.2  | Menu exibido ao usuário, baseado no arquivo XML. . . . .                                                                                  | p. 52 |
| 4.3  | Tela da aplicação com dois componentes funcionais carregados. . . . .                                                                     | p. 54 |
| 4.4  | Processo de criação de uma ação coordenada. . . . .                                                                                       | p. 54 |
| 4.5  | Tela da aplicação com uma ação coordenada criada. . . . .                                                                                 | p. 55 |
| 4.6  | Exemplo de troca de mensagens pelos componentes do núcleo básico para<br>registrar uma ação no histórico. . . . .                         | p. 56 |
| 4.7  | Tela da aplicação com histórico de uso do usuário na plataforma. . . . .                                                                  | p. 57 |
| 4.8  | Tela inicial da visualização "Distribuição Espacial". . . . .                                                                             | p. 61 |
| 4.9  | Exemplo de uma tabela de configurações preenchida. . . . .                                                                                | p. 62 |
| 4.10 | Exemplo de distribuição espacial configurada e preenchida. . . . .                                                                        | p. 63 |
| 4.11 | Visualização "Tabela de Dados" em seu estado inicial. . . . .                                                                             | p. 64 |
| 4.12 | Exemplo da visualização "Tabela de Dados" preenchida com dados dos postos.                                                                | p. 65 |
| 4.13 | Tabela de dados auxiliares carregando dados ordenados pela altitude. . . . .                                                              | p. 65 |
| 4.14 | Visualização "Dados de Chuva" em seu estado inicial. . . . .                                                                              | p. 67 |
| 4.15 | Exemplo de visualização "Dados de Chuva" com o arquivo de dados de um<br>posto carregado. . . . .                                         | p. 68 |
| A.1  | Tela inicial da plataforma Infovis. . . . .                                                                                               | p. 72 |
| A.2  | Tela inicial da visualização "Tabela de Dados". . . . .                                                                                   | p. 73 |
| A.3  | Tela inicial da visualização "Tabela de Dados" com dados carregados. . . . .                                                              | p. 74 |

|      |                                                                                                               |       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| A.4  | Janela auxiliar para visualização dos dados coletados de um posto. . . . .                                    | p. 75 |
| A.5  | Tabela auxiliar carregada com a coluna de altitude. . . . .                                                   | p. 75 |
| A.6  | Tabela auxiliar carregada com a coluna de altitude e ordenada pela coluna<br>índice. . . . .                  | p. 76 |
| A.7  | Visualização "Distribuição Espacial" em seu estado inicial. . . . .                                           | p. 77 |
| A.8  | Visualização "Distribuição Espacial" com dados carregados. . . . .                                            | p. 78 |
| A.9  | Tabela de configuração da visualização "Distribuição Espacial". . . . .                                       | p. 78 |
| A.10 | Visualização "Dados de Chuva" em seu estado inicial. . . . .                                                  | p. 79 |
| A.11 | Visualização "Dados de Chuva" com dados impressos na escala 1. . . . .                                        | p. 80 |
| A.12 | Visualização "Dados de Chuva" com dados impressos na escala 5. . . . .                                        | p. 81 |
| A.13 | Visualização "Dados de Chuva" com postos selecionados e balões de dados<br>exibidos. . . . .                  | p. 82 |
| A.14 | Área para criação de ações na plataforma Infovis. . . . .                                                     | p. 82 |
| A.15 | Área para criação de ações na plataforma Infovis com componentes sele-<br>cionados e uma ação criada. . . . . | p. 83 |
| A.16 | Visualização "Distribuição Espacial" com um posto selecionado na ação. . .                                    | p. 83 |
| A.17 | Visualização "Dados de Chuva" com dados carregados pela ação refletida. . .                                   | p. 84 |
| A.18 | Tabela de histórico da plataforma Infovis. . . . .                                                            | p. 84 |
| B.1  | Tela inicial da plataforma Infovis. . . . .                                                                   | p. 86 |
| B.2  | Área para criação de ações na plataforma Infovis com componentes sele-<br>cionados e uma ação criada. . . . . | p. 86 |
| B.3  | Menu exibido ao usuário, baseado no arquivo XML. . . . .                                                      | p. 88 |

# Lista de Tabelas

|     |                                                                                               |       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.1 | Descrição dos protocolos para a comunicação entre os componentes. . . . .                     | p. 38 |
| 2.2 | Componentes funcionais implementados na plataforma InfoVis. . . . .                           | p. 40 |
| 4.1 | Métodos necessários para a comunicação entre um componente funcional e a arquitetura. . . . . | p. 58 |
| B.1 | Métodos necessários para a comunicação entre um componente funcional e a arquitetura. . . . . | p. 89 |

# Sumário

|          |                                                                                                |       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>1</b> | <b>Introdução</b>                                                                              | p. 13 |
| 1.1      | Objetivos do Trabalho . . . . .                                                                | p. 14 |
| 1.2      | Organização do Trabalho . . . . .                                                              | p. 15 |
| <b>2</b> | <b>Fundamentação Teórica</b>                                                                   | p. 16 |
| 2.1      | Importância da informação e sua análise . . . . .                                              | p. 16 |
| 2.2      | A história da visualização da informação . . . . .                                             | p. 17 |
| 2.3      | Mineração de dados e descoberta de conhecimento . . . . .                                      | p. 19 |
| 2.4      | A visualização como apoio à mineração de dados . . . . .                                       | p. 22 |
| 2.5      | Técnicas de Visualização . . . . .                                                             | p. 23 |
| 2.6      | Técnicas orientadas a pixel . . . . .                                                          | p. 24 |
| 2.7      | Técnicas de projeção geométrica . . . . .                                                      | p. 28 |
| 2.8      | Técnicas Iconográficas . . . . .                                                               | p. 30 |
| 2.9      | Visualizações múltiplas coordenadas . . . . .                                                  | p. 30 |
| 2.10     | Representações visuais para atributos temporais uni-escala e multi-escala . . . . .            | p. 31 |
| 2.11     | O modelo de arquitetura AdaptaVis . . . . .                                                    | p. 33 |
| 2.12     | Núcleos e componentes do modelo . . . . .                                                      | p. 35 |
| 2.13     | A Plataforma InfoVis . . . . .                                                                 | p. 37 |
| 2.14     | A importância das funcionalidades em uma ferramenta de visualização de<br>informação . . . . . | p. 44 |
| <b>3</b> | <b>O Modelo AdaptaVis</b>                                                                      | p. 46 |

|          |                                                                                    |       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.1      | Componentes do modelo AdaptaVis . . . . .                                          | p. 47 |
| 3.1.1    | Gerenciador de Interfaces . . . . .                                                | p. 47 |
| 3.1.2    | Gerenciador de Componentes . . . . .                                               | p. 47 |
| 3.1.3    | Gerenciador de Ações . . . . .                                                     | p. 48 |
| 3.1.4    | Gerenciador de Monitoramento . . . . .                                             | p. 49 |
| <b>4</b> | <b>A plataforma Infovis</b>                                                        | p. 50 |
| 4.1      | Componentes Básicos - Núcleo básico da plataforma . . . . .                        | p. 52 |
| 4.1.1    | Gerenciador de Interfaces . . . . .                                                | p. 52 |
| 4.1.2    | Gerenciador de Componentes . . . . .                                               | p. 53 |
| 4.1.3    | Gerenciador de ações . . . . .                                                     | p. 54 |
| 4.1.4    | Gerenciador de monitoramento . . . . .                                             | p. 55 |
| 4.2      | Componentes Funcionais - Núcleo funcional da plataforma . . . . .                  | p. 56 |
| 4.3      | Métodos comuns aos componentes funcionais na plataforma Infovis . . . . .          | p. 57 |
| 4.4      | Visualizações implementadas . . . . .                                              | p. 59 |
| 4.4.1    | Distribuição Espacial . . . . .                                                    | p. 60 |
| 4.4.2    | Tabela de dados . . . . .                                                          | p. 63 |
| 4.4.3    | Dados de chuva - Uma implementação de variação temporal multi-<br>escala . . . . . | p. 66 |
| <b>5</b> | <b>Conclusão</b>                                                                   | p. 69 |
| 5.1      | Trabalhos futuros . . . . .                                                        | p. 70 |
|          | <b>Referências Bibliográficas</b>                                                  | p. 71 |
|          | <b>Apêndice A – Manual de uso do software</b>                                      | p. 72 |
| A.1      | A plataforma Infovis . . . . .                                                     | p. 72 |
| A.2      | Tabela de Dados . . . . .                                                          | p. 73 |
| A.3      | Distribuição Espacial . . . . .                                                    | p. 76 |
| A.4      | Dados de Chuva . . . . .                                                           | p. 79 |
| A.5      | Criando ações coordenadas . . . . .                                                | p. 81 |
| A.6      | Histórico de ações . . . . .                                                       | p. 83 |

|                                                             |              |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Apêndice B – Manual do desenvolvedor</b>                 | <b>p. 85</b> |
| B.1 Estrutura da plataforma . . . . .                       | p. 85        |
| B.2 Criando uma nova visualização . . . . .                 | p. 87        |
| B.3 Incluindo uma nova visualização na plataforma . . . . . | p. 88        |

## Introdução

Com o intuito de se conhecer melhor, conhecer a natureza e os fenômenos que o cercam, o homem armazena dados sobre todo tipo de acontecimento. Dados sobre clima, catástrofes naturais, venda de produtos, produção e consumo de combustíveis naturais e uma infinidade de outros elementos, são armazenados a todo o momento, para serem analisados posteriormente de forma que se possa extrair algum conhecimento valioso. Esse conhecimento extraído tem na maioria das vezes o caráter de auxiliar em melhorias e até mesmo no entendimento desses elementos que são avaliados, servindo como um direcionador na tomada de decisões de grandes empresas por exemplo. Porém, esses domínios de dados coletados são cada vez maiores e existe a tendência de que cresçam em um ritmo cada vez mais acelerado. Todo esse montante de dados sem um processamento sólido e consistente, não tem grande serventia nos domínios de interesse. A capacidade de análise do ser humano torna-se pequena se comparada ao tamanho das bases de dados, sendo necessário que surjam ferramentas, baseadas em técnicas que auxiliem no processamento e extração de conhecimento desses dados.

As técnicas utilizadas na confecção dessas ferramentas são: (1) a mineração de dados que consiste na exploração de grandes quantidades de dados a procura de padrões e detecção de relacionamentos entre variáveis de análise; (2) a visualização de informação consiste na reunião de métodos que representam visualmente e permitem a interação com os dados a fim de prover um maior entendimento e interpretação do domínio que está sendo analisado.

A junção de técnicas de visualização com as técnicas de mineração, é conhecida como 'Mineração Visual de Dados' e permite extrair conteúdo de uma forma muito mais poderosa. Vale ressaltar que a Mineração Visual de Dados vem auxiliar o ser humano, sem desprezar a sua incrível capacidade de análise e percepção. O ser humano possui um esquema de percepção

muito flexível que é capaz de reconhecer eventos complexos, mesmo em situações não usuais ou até mesmo descartar eventos que não são de interesse.

As ferramentas de visualização de informação devem prover a maior interação possível com o usuário, permitindo que este possa modificar a forma como os dados são exibidos, selecioná-los, filtrá-los e ter um maior controle sobre eles. Um processo de exploração envolve passos que muitas vezes podem levar a resultados não muito satisfatórios, logo, criar funcionalidades nas ferramentas que permitam um maior aproveitamento e possibilidades de manipulação dos dados pode facilitar esse processo e permitir que o usuário encontre informações mais consistentes no domínio de dados explorado.

## 1.1 Objetivos do Trabalho

Este projeto tem como objetivo principal dar continuidade ao trabalho desenvolvido na tese de doutorado do Professor Milton Hirokazu Shimabukuro (2004), incrementando o modelo de arquitetura de software denominado AdaptaVis e a plataforma de visualização de informação denominada InfoVis. Esse modelo de arquitetura – AdaptaVis – visa proporcionar uma solução genérica e extensível para a visualização de informação e a sua plataforma de visualização – InfoVis – é uma instanciação da arquitetura proposta. Foram aperfeiçoados determinados pontos no modelo de arquitetura AdaptaVis, para fornecer maior flexibilidade e extensibilidade na definição e implementação de representações visuais interativas, estendendo por consequência a plataforma InfoVis.

Foram adicionadas melhorias no sistema de visualizações coordenadas, permitindo que a troca de mensagens entre as visualizações (mensagens essas que sinalizam as ações ocorridas em uma visualização, ordenando que essas ações sejam refletidas nas visualizações relacionadas) se torne mais flexível.

Foram implementados novos recursos nas instancias da plataforma InfoVis como zoom, uma melhor rotulação/legenda dos dados (componente que é dificultado pela grande quantidade de dados) e mecanismos que permitam uma melhor identificação dos dados ao usuário (exibição de dados de legenda ao mover o mouse sobre determinadas áreas da visualização por exemplo).

## 1.2 Organização do Trabalho

O Capítulo 2, contém toda a fundamentação teórica do projeto, bem como história da visualização da informação, mineração de dados (sua contextualização, processo e descoberta de conhecimento), técnicas de visualização de informação (introdução das técnicas orientadas a pixel, projeção geométrica e iconográfica), concepção de ações coordenadas em ferramentas de visualização de informação, toda a teoria de visualização de informação baseada em atributos uni-escala e multi-escala, concepção do modelo de arquitetura AdaptaVis, seu núcleo e a plataforma Infovis.

O Capítulo 3, destina-se a uma abordagem mais detalhada do modelo de arquitetura AdaptaVis, explicando cada componente de seu núcleo básico e as formas de interação entre eles.

O Capítulo 4, trata da plataforma Infovis e sua implementação, mostrando detalhes das visualizações implementadas, suas finalidades e funcionalidades. Uma breve explicação de uso desses componentes também é feita neste capítulo.

O Capítulo 5, por fim, traz a conclusão do trabalho realizado e as expectativas que ele cria no universo de exploração de dados na busca por conhecimento.

## Capítulo 2

# Fundamentação Teórica

## 2.1 Importância da informação e sua análise

Com a corrente evolução dos computadores, mais e mais dados das nossas atividades diárias podem ser armazenados e utilizados posteriormente para se extrair algum tipo de informação valiosa. Transações envolvendo cartão de crédito, medições relativas ao clima, comportamento da população de uma determinada região, são dados que são armazenados com o intuito de que sejam analisados e forneçam informações capazes de auxiliar o homem na tomada de decisões ou na identificação de fenômenos e padrões de ocorrência de eventos. Em meios corporativos, as informações obtidas com a análise desses dados pode muitas vezes ser um ponto chave em uma decisão que pode levar ao triunfo ou ao fracasso. Por esse motivo, o homem armazena e analisa todo tipo de dado de seu cotidiano esperando extrair algo que seja realmente útil e não apenas armazenar uma grande quantidade de dados sem qualquer serventia. Porém, a análise dos dados com a finalidade de extrair uma informação que seja de fato valiosa é uma difícil tarefa. Com as grandes quantidades de dados que temos hoje a análise se torna trabalhosa se deixada aos cuidados apenas do ser humano. É nesse cenário que o computador entra para auxiliar o homem a extrair informações úteis desses dados.

Através das ferramentas de visualização da informação, temos a oportunidade de ter grandes quantidades de dados representadas visualmente de diversas formas, podendo resumir os dados e servir como auxílio para identificar regiões de interesse de maneira que se torna muito mais fácil "enxergar" algo valioso. Essas ferramentas têm o intuito de auxiliar o ser humano na difícil tarefa de análise de dados, sem desprezar a sua capacidade de percepção e cognição, que são extremamente eficientes, visto que o ser humano pode utilizar seu conhecimento geral para interpretar dados vagos, reconhecer eventos de interesse e descartar informações não usuais de

forma rápida e flexível. Uma ferramenta ideal deve aumentar a capacidade de percepção do ser humano.

## 2.2 A história da visualização da informação

As primeiras notícias sobre visualização de dados remontam o segundo século depois de Cristo (d.C). Mas apesar de toda essa história, os maiores resultados podem ser observados ao longo dos duzentos e cinquenta últimos anos, predominantemente nos últimos trinta anos.

A mais antiga tabela que foi observada data do segundo século d.C. e foi feita pelos egípcios para organizar os dados astronômicos, como uma ferramenta para a navegação, Figura 2.1-a. A tabela é principalmente uma representação textual de dados, mas faz uso de atributos visuais como alinhamento, espaços em branco e a organização de dados vertical (colunas) e horizontal (linhas) para melhor representar os dados. Tabelas, diagramas e gráficos são modelos de representação de dados.

A representação de dados em forma de gráficos não ganhou muita projeção até o século dezessete, conforme a Figura 2.1-b. Rene Descartes, filósofo e matemático francês, provavelmente mais conhecido pelas palavras “Penso, logo existo”, inventou esse método de representação de dados quantitativos, não para apresentar dados, mas sim para a matemática baseada no sistema de coordenadas. Depois disso essa representação ficou conhecida como um meio efetivo para apresentar dados.

Seguindo a inovação de Descartes, entre o final do século dezoito e começo do século dezenove, conforme apresentado na Figura 2.1-c, os principais tipos de gráficos existentes como gráfico de barras, gráfico de pizza, foram inventados ou aprimorados por um cientista escocês chamado William Playfair.

Mais de um século se passou, no entanto, antes do valor dessas técnicas começarem a ser reconhecidos do ponto de vista acadêmico e cursos envolvendo representação de dados foram introduzidos originalmente na Iowa State University, em 1913, Figura 2.1-d. A pessoa que introduziu o poder da visualização de dados no sentido da exploração foi o professor de estatística John Tukey de Princeton, que em 1977 desenvolveu uma abordagem predominantemente visual para explorar e analisar dados chamada análise de dados exploratória (Figura 2.1-e). Em 1983 o entusiasta da visualização de dados Edward Tufte publicou o inovador livro “The visual display

of quantitative information”, onde mostrou maneiras efetivas de exibir dados (Figura 2.1-f). Um ano mais tarde, surgiu o Apple Computer, que foi o primeiro computador popular e acessível que utilizava o modo gráfico para interação e para exibir informações, conforme Figura 2.1-g. Isto foi um marco no uso da visualização de dados utilizando computadores.

Com a disponibilidade e acessibilidade dos computadores e com suas ferramentas gráficas, uma nova especialidade de pesquisas surgiu no mundo acadêmico, a qual foi dado o nome de “visualização da informação”. Em 1999, Figura 2.1-h, o livro “Readings in information visualization: using vision to think”, coletou todo esse trabalho em um único volume e tornou-o acessível além dos limites da academia.

Em adição a esses marcos do desenvolvimento da visualização de dados, outro evento na metade do século vinte influenciou ativamente na qualidade dessas visualizações: a proliferação do IBM PC. Antes dos computadores pessoais se tornarem comuns no ambiente de trabalho, se você precisasse apresentar dados graficamente iria se deparar com uma árdua tarefa de utilizar réguas, transferidores e mais um conjunto variado de canetas e pincéis. Eram gastas horas para se confeccionar um gráfico para ser exibido em uma reunião ou anexo a um relatório impresso. Essas tarefas demandavam tempo e muito esforço das pessoas envolvidas no processo. Essas pessoas levavam tempo para ganhar habilidades na arte da comunicação através dos gráficos. Mas com o advento dos computadores e com a proliferação dos softwares comerciais como as planilhas eletrônicas e os editores de texto com recursos variados, essa realidade mudou. No computador, com poucos cliques é possível transformar grandes massas de dados em gráficos e pessoas sem conhecimento algum sobre visualização de dados podem gerar gráficos e exibi-los.

Em resumo, os computadores proporcionaram um maior poder a esse ramo de estudo. Melhores imagens, gráficos, maior interatividade, manipulação em tempo real dos dados e claro, a possibilidade de lidar com quantidades maiores de dados, possibilitam hoje que sejam desenvolvidas ferramentas fantásticas.

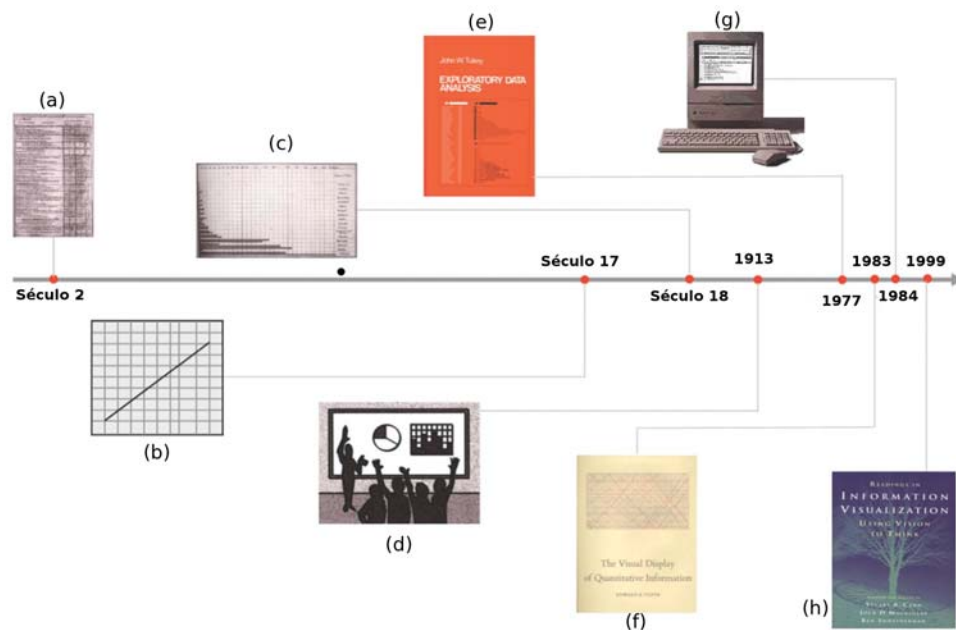


Figura 2.1: História da visualização da informação. Few (2007).

## 2.3 Mineração de dados e descoberta de conhecimento

Conjuntos de dados brutos, muitas vezes necessitam ser refinados antes de serem aplicados a softwares de visualização da informação. Essa necessidade se dá pelo fato da grande quantidade de dados que temos e uma mineração nesses dados pode eliminar trechos repetidos ou fora do domínio de interesse.

O conceito de mineração de dados é, de forma geral, exatamente esse: buscar padrões de interesse e informações ocultas de forma automática ou semi-automática em grandes bases de dados. O termo "Descoberta de conhecimento em bases de dados" é frequentemente usado como sinônimo para a mineração de dados, mas existem autores que consideram a mineração de dados como apenas uma etapa do processo de extração de conhecimento de bases de dados.

A descoberta de conhecimento em bases de dados não se utiliza de abordagens estatísticas, sem ter um modelo definido para a busca. Como lidam com grandes bases de dados e de conteúdos geralmente mais heterogêneos do que os manipulados por métodos estatísticos, o processo de descoberta é uma área interdisciplinar, que recorre a técnicas de banco de dados, inteligência artificial, reconhecimento de padrões, visualização e até mesmo estatística, para extrair informação dessas bases. Essas bases podem apresentar dados estruturados de maneira hierárquica, contaminados com valores inesperados ou mesmo com ausência de trechos o que

inviabiliza a aplicação de métodos estatísticos clássicos e força o desenvolvimento de novos métodos.

O processo de descoberta de conhecimento envolve diretamente o usuário, que deve fazer avaliações ao longo das fases do processo. Essas fases devem ser avaliadas para que de acordo com os resultados obtidos, sejam tomadas decisões sobre manter ou mudar o rumo da mineração. Dessa maneira, esse processo de descoberta de conhecimento caracteriza-se como interativo e iterativo, porém é guiado por fases pré-definidas e que podem ser modificadas ao longo das etapas. Diversos tipos de processamento são aplicados em um processo de descoberta de conhecimento, dentre eles:

- **Seleção:** é selecionado um conjunto de dados de interesse a partir da escolha de determinados itens de dados, para então focalizar o processo.
- **Pré-processamento:** são realizadas operações para tratar dados distorcidos, falta de dados ou ordenar o conjunto seguindo algum critério.
- **Transformação:** São aplicadas transformações a fim de reduzir a dimensão (número de variáveis) dos dados.
- **Mineração:** São aplicados métodos para a detecção de padrões nos dados resultantes das etapas anteriores. Esses métodos aplicados levam em consideração o tipo de dados que está sendo analisado e a informação que se pretende extrair desse conjunto de dados.
- **Interpretação/avaliação:** é realizada uma avaliação dos padrões extraídos. Esta avaliação pode levar a refatoração de algumas das etapas anteriores. Se o padrão for aceito, ele pode ser armazenado para ser utilizado posteriormente, comparado com outros padrões retirados de outros processos, etc.

A Figura 2.2 apresenta os passos descritos anteriormente.

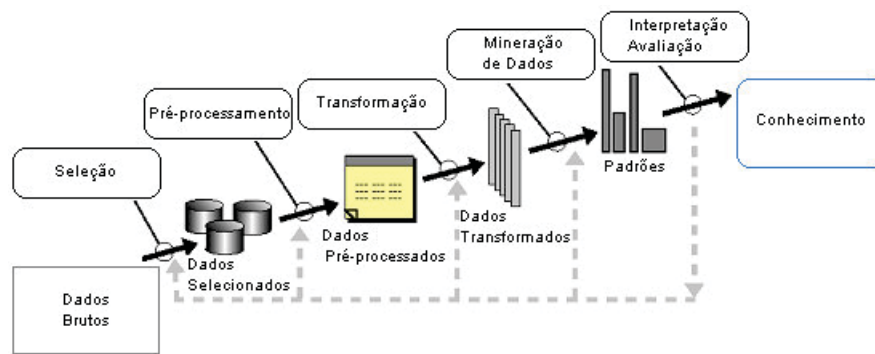


Figura 2.2: Processos da descoberta de conhecimento. Shimabukuro (2004) adaptado de Fayyad et al. (1996).

O termo busca de conhecimento em bases de dados é frequentemente usado como um sinônimo para a mineração de dados, mas como vimos anteriormente, ele é um dos passos dentro de todo o processo que envolve a descoberta de conhecimento. Na mineração, aplicamos uma busca por padrões de interesse utilizando algoritmos. É importante frisar que o grau de interesse e a validade das informações extraídas na mineração são dependentes do domínio de aplicação e dos objetivos do usuário. Embora tenha sido rotulada como “dragagem de dados” pela estatística, a mineração é uma forma secundária de análise a grandes volumes de dados em busca de padrões de interesse do usuário, contrário a uma análise primária, onde os dados são coletados com uma ideia ou um conjunto de ideias prévias na mente. Considerando todo o processo de descoberta de conhecimento, estima-se que a mineração de dados ocupe de 15% a 25% de todo o esforço. Algumas abordagens consideram ainda uma etapa anterior a mineração, denominada determinação dos objetivos, que ocupa 20% do tempo, ficando o restante, dividido nas outras etapas aproximadamente desta maneira: preparação (60%); mineração (10%); análise dos resultados e assimilação do conhecimento (10%).

A mineração de dados pode obedecer a diferentes categorias. Pode ser preditiva, prevendo o valor futuro de um atributo baseado em valores de outros atributos, utilizando uma generalização formulada a partir de exemplos. A mineração pode ainda ser categorizada segundo o tipo de dado extraído ou o método utilizado (estatístico, aprendizagem de máquina). Abaixo seguem algumas outras regras, que se baseiam na extração de informação útil:

- **Regras de associação:** Objetiva encontrar uma relação entre atributos de tal forma que a presença de um atributo implica na presença de outros atributos, criando uma associação entre esses atributos descritos. Essa regra baseia-se na confiança e no suporte. Uma regra “X implica Y” tem uma confiança  $c$  e um suporte  $s$ , se  $c\%$  dos itens de dados que contem

X também contem Y e s% dos itens de dados contem X ou Y, respectivamente. Regras fortes contem alta confiança e forte suporte;

- **Classificação de dados:** Os dados são divididos em classes, baseados em valores de alguns de seus atributos, a partir de um treinamento aplicado;
- **Agrupamento de dados (Clustering):** os dados são agrupados, sem uma medida prévia. São agrupados segundo o conceito de similaridade, agrupando-se dados com atributos em comum, a fim de criar regiões de interesse. Essas regiões podem ser posteriormente detectadas a partir de alguma medida de distância;
- **Pesquisa por similaridade baseada em padrões:** busca padrões similares em bases de dados. Essas buscas, aplicadas em bases de dados com atributos temporais e espaciais, resulta na descoberta de importantes tendências. Dados financeiros, dados meteorológicos, guardam valiosas informações baseadas na similaridade. É importante lembrar que a busca geralmente resulta em padrões similares e não em correspondências exatas.

Existe ainda outro campo da mineração de dados, a mineração de dados espaciais. Dados espaciais contém informações relativas a topologia e distância, por exemplo, entre os objetos que representam. Essas bases de dados podem conter outros atributos também e a análise desses dados, espaciais e não espaciais também pode ser considerada na mineração de dados espacial. Estimativas indicam que 80% dos dados digitais contem algum atributo relativo ao espaço, seja coordenadas geográficas, códigos postais, etc.

Conjuntos de dados com atributos espaciais podem conter ainda uma regularidade ao longo de do tempo e essa regularidade caracteriza uma componente temporal nesses dados espaciais. Essa componente temporal fornece uma relação entre a ocorrência dos eventos e é uma fonte de estudo para ajudar a descobrir e explicar relacionamentos e padrões nesses eventos.

## 2.4 A visualização como apoio à mineração de dados

A visualização é a representação em termos visuais de um objeto, baseada nos atributos que o descrevem. É importante notar que a visualização tem uma finalidade que pode ser descritiva, analítica ou exploratória. A visualização descritiva tem como objetivo exibir e sumarizar os atributos do objeto. A visualização analítica tem como finalidade observar o objeto para verificar uma hipótese e a visualização exploratória, tem como finalidade buscar hipóteses no objeto visualizado.

A junção da visualização da informação com as técnicas de descoberta de conhecimento fornece um ferramental mais atrativo e poderoso na busca por conhecimento em grandes bases de dados. Esse ferramental aliado à percepção e as capacidades únicas do ser humano, torna os resultados mais confiáveis e os ambientes de exploração muito mais poderosos, além de permitir que todo o processo de exploração seja monitorado e avaliado. Pesquisas indicaram uma sequência principal de eventos na análise de dados aliada a visualização: o overview (visão panorâmica), zoom and filter (foco e filtragem) e details-on-demand (detalhes sob demanda).

O uso da visualização em benefício da mineração é comumente chamado de 'Mineração Visual de Dados'. As técnicas de visualização possibilitam a visualização direta do estado dos dados e uma interação do usuário com o processo de mineração que, segundo pesquisadores, resulta em um aproveitamento maior por parte do humano e resultados mais satisfatórios.

Esse acoplamento de visualização e mineração de dados pode ocorrer de duas formas: acoplamento forte, onde há a combinação do melhor das duas técnicas, dando liberdade ao usuário de interferir, por exemplo, em um dos passos automatizados de um algoritmo de mineração; acoplamento fraco, onde são intercaladas as técnicas das duas áreas. O acoplamento forte tem mostrado-se mais proveitoso ao usuário, proporcionando um maior entendimento e eficiência do processo, enquanto que o acoplamento fraco aproveita parcialmente das qualidades fornecidas no uso em conjunto das técnicas.

Em conjunto com as técnicas de visualização, são utilizadas técnicas que permitam que o usuário interaja com os dados para agir de forma mais eficaz sobre o processo de mineração. Foco em determinados conjuntos, seleção de trechos dos dados, visualização panorâmica ou detalhada dos dados, controle do mapeamento dos atributos dos dados, possibilidade de navegar pelos dados (rolagem), etc. Temos ainda as técnicas de distorção, que visam fornecer uma visualização mais detalhada de uma porção de dados, mantendo a visualização do restante dos dados com um detalhamento menor, fornecendo ainda assim uma visão geral dos dados.

## **2.5 Técnicas de Visualização**

Como vem sendo descrito neste capítulo, a visualização de dados tem como uma de suas características, auxiliar no entendimento dos dados em questão. Os dados que são armazenados para serem explorados posteriormente, contém muitos atributos ou também dimensões. Dados que contenham muitas dimensões, ou multidimensionais, são aqueles que possuem mais de três

atributos, sendo os três atributos espaciais  $x$ ,  $y$  e  $z$  e um atributo temporal  $t$ , por exemplo.

Nas próximas seções, descreveremos algumas técnicas de visualização de dados multidimensionais.

## 2.6 Técnicas orientadas a pixel

Essa técnica tem como finalidade utilizar os pixels da tela para representar os atributos de um conjunto de dados. Dessa maneira, é possível representar uma grande quantidade de elementos, aproveitando melhor a tela dos dispositivos disponíveis hoje em dia. Se um conjunto de dados tem vários atributos ou dimensões, a tela do dispositivo pode ser dividida em janelas e em cada janela o atributo é representado segundo sua característica. A relação entre os atributos se dá quando observamos o mesmo atributo disposto dentre as várias janelas. Veja na Figura 2.3:

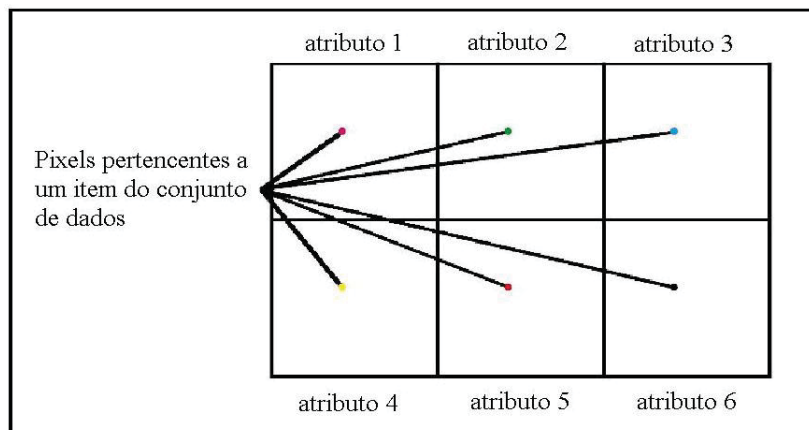


Figura 2.3: Exemplo de visualização com técnicas orientadas a pixel para um caso com 6 atributos. Shimabukuro (2004) adaptado de Keim (2000).

Para se ter uma ideia da quantidade de atributos que seriam possíveis representar com essa técnica, considere a resolução 1280 x 1024 pixels, que é uma das mais utilizadas nos dias de hoje. Nessa resolução, estão disponíveis na tela 1.310.720 pixels. Porém, pelo fato da representação de um mesmo atributo estar separado em diversas outras representações, existem alguns fatores que devem ser levados em consideração para se obter o melhor desta técnica. Dentre eles:

- **Disposição dos pixels nas janelas:** a forma como os pixels que representam os atributos serão dispostos ao usuário pode influenciar nos resultados obtidos com a visualização. A visualização pode não fornecer a mesma capacidade de percepção de relação entre os dados ao usuário. Disposições como as curvas de Peano-Hilbert da Figura 2.4-a, podem dificultar a análise do usuário, visto que possuem traçados mais complexos e difíceis de serem relacionados numa visualização de múltiplas janelas, se comparados com disposições em linhas e colunas. Dados de interesse do usuário podem ter uma melhor assimilação se fornecidos ao usuário ordenados. Porém, em determinados casos, para obter um melhor entendimento e relevância dos dados, é necessário exibir em uma consulta além dos dados resultantes (que obedecem aos requisitos da consulta), dados que satisfaçam parcialmente os requisitos. Dessa forma, a visão dos dados é estendida. Sendo assim, a coloração do pixel torna-se a sua medida de distância entre o seu valor e o valor exigido no resultado da consulta. Essa medida de distância do valor do atributo para o valor da consulta varia de acordo com o tipo dos dados (numéricos, data) e com o tipo da aplicação a que se destinam os dados. O atributo (pixel) ocupa um determinado lugar em cada uma das janelas, definido por uma distância global que é calculada pela combinação da distância de cada atributo ponderada por um peso que determina a relevância do atributo. Os atributos que satisfazem os valores da consulta possuem distância global zero. Os outros atributos podem possuir valores positivos ou negativos, o que representa o quanto próximo ele está do valor resultante da consulta. Considerando esses valores de distância positivos e negativos, podemos dividir a janela com eixos de origem no centro da janela conforme a Figura 2.4-b. Esse tipo de representação tem como desvantagem o fato de reduzir o número de atributos que podem ser representados, pois divide a janela em quatro partes, e pode também gerar trechos sem preenchimento na janela, pois a distribuição de valores dos atributos pode não ser uniforme e causar concentrações em alguns pontos e escassez em outros pontos.
- **Mapeamento por cor:** esse fator considera o uso das cores para diferenciar e relacionar os atributos. A grande dificuldade está no fato de encontrar uma escala de cores capaz de representar de forma clara a informação que se deseja passar ao usuário (relações

e diferenças nos atributos), sem introduzir artefatos visuais à representação. Para uma representação de atributos relacionados, o brilho pode ser o fator de maior relevância na distinção de cores. Além disso, características do domínio e da aplicação podem sugerir cores e brilho para a representação dos dados na visualização.

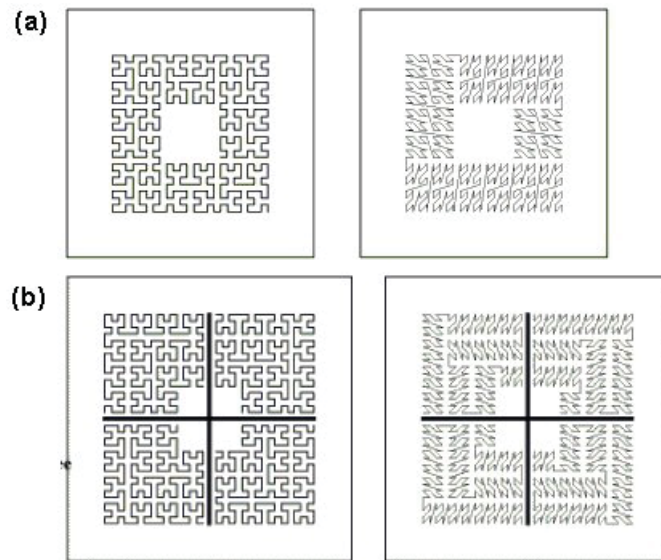


Figura 2.4: Possibilidades de disposição dos pixels nas técnicas orientadas a pixel. Keim (1996).

- Formato das Janelas:** Nas visualizações baseadas em pixels, o formato retangular da janela de visualização visa aproveitar da forma mais otimizada a tela do computador. Porém, a relação entre um mesmo atributo em diferentes janelas fica difícil de ser observada, devido a distância entre as janelas. Quanto maior o número de atributos, maior será o número de janelas e consequentemente, maior a dificuldade. Esse problema pode ser contornado com a utilização da visualização circular da técnica denominada ‘Segmentos em círculo’. Um círculo é dividido em segmentos e cada atributo ocupa um desses segmentos do círculo. Os valores são dados a partir do centro do círculo e seguidos pelas linhas de desenho. Veja a Figura 2.5:

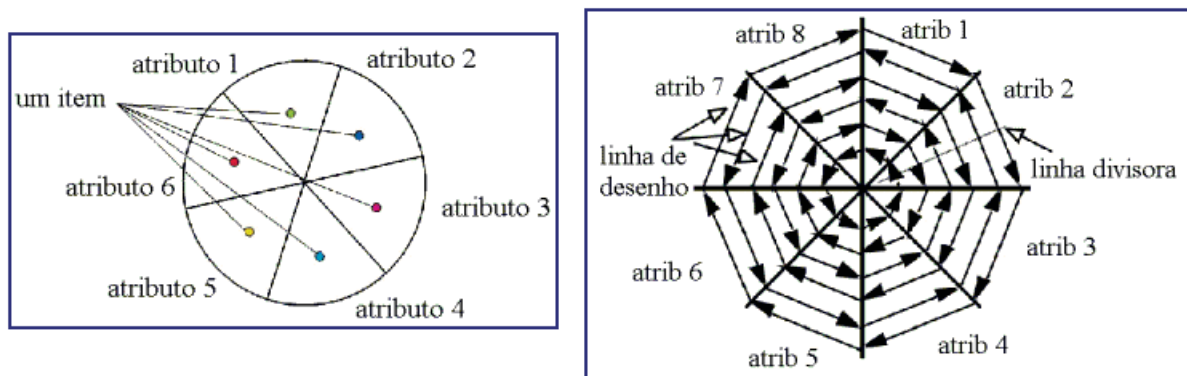


Figura 2.5: Esquema de representação em Segmentos de Círculo. Shimabukuro (2004) adaptado de Keim (2000).

Outra saída para o problema das janelas é a representação por gráfico de barras. Os pixels são exibidos dentro das barras do gráfico. Um atributo de ordenação é utilizado para posicionar o pixel dentro da barra verticalmente e outro atributo é usado para posicionar o pixel horizontalmente. Essa técnica visa agrupar os pixels semelhantes dentro das barras, utilizando uma heurística e buscando não sobrepor os pixels. Veja a Figura 2.6:

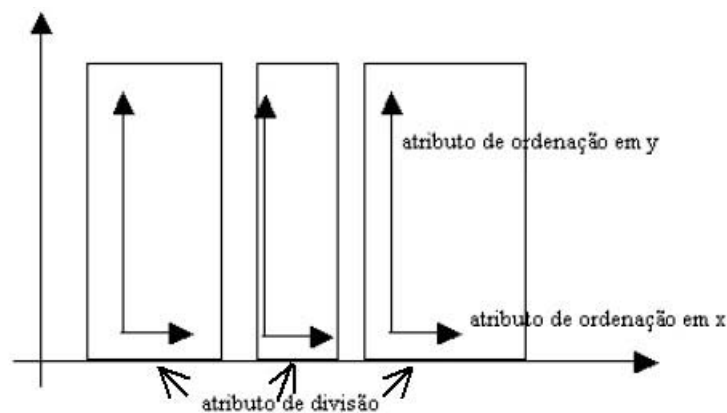


Figura 2.6: Esquema de ordenação dos pixels em Gráficos de Barras. Adaptado de Keim et al. (2001).

A Figura 2.7, apresenta um exemplo de uma representação utilizando barras de um comércio eletrônico. Os atributos de ordenação internos são número de visitas e valor gasto. A cor de cada pixel mostra o valor gasto por cada cliente, sendo as cores brilhantes os valores maiores e as cores mais escuras os valores menores.

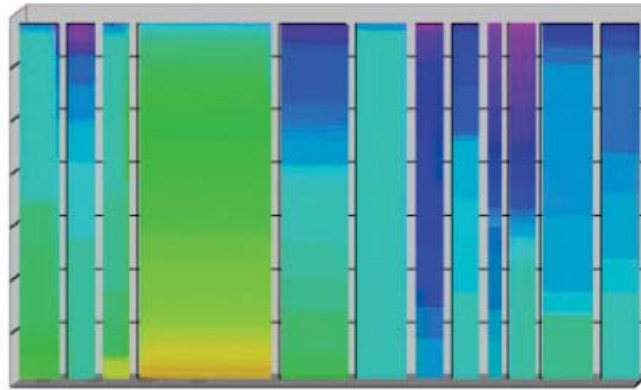


Figura 2.7: Exemplo de representação utilizando Gráficos de Barras. Adaptado de Keim et al. (2001).

## 2.7 Técnicas de projeção geométrica

As técnicas de projeção geométrica visam representar bi ou tridimensionalmente visualizações de  $n$  dimensões, para facilitar e auxiliar na busca por informações. Uma técnica bastante conhecida é a de Coordenadas Paralelas. Nessa técnica, as dimensões do espaço de estudo são mapeadas em um gráfico paralelamente aos eixos principais  $x$  ou  $y$ . Cada um dos eixos paralelos representa um atributo, e então, é traçada uma linha sobre os eixos, representando o valor do atributo associado aquele eixo. Observe na Figura 2.8 a linha vermelha, que representa um item de dado. Seus valores nos respectivos atributos associados aos eixos são representados pela sua intersecção sobre esses eixos. Essa técnica permite ainda a fácil visualização de concentrações de valores. Observe no eixo 6, a concentração de valores na parte inferior e na parte superior (retângulos azuis). Essas concentrações permitem ainda que enxerguemos uma relação de negatividade entre esses dois valores.

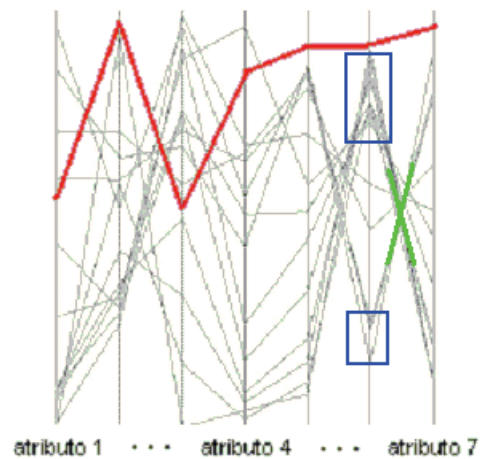


Figura 2.8: Exemplo de representação por Coordenadas Paralelas. Ward (1994).

Essa técnica, porém, possui uma grande desvantagem. Mesmo com poucos itens, começa a haver a sobreposição de retas em determinados pontos. Com alguns milhares de itens, a representação se torna pouco explorável. Veja a Figura 2.9:

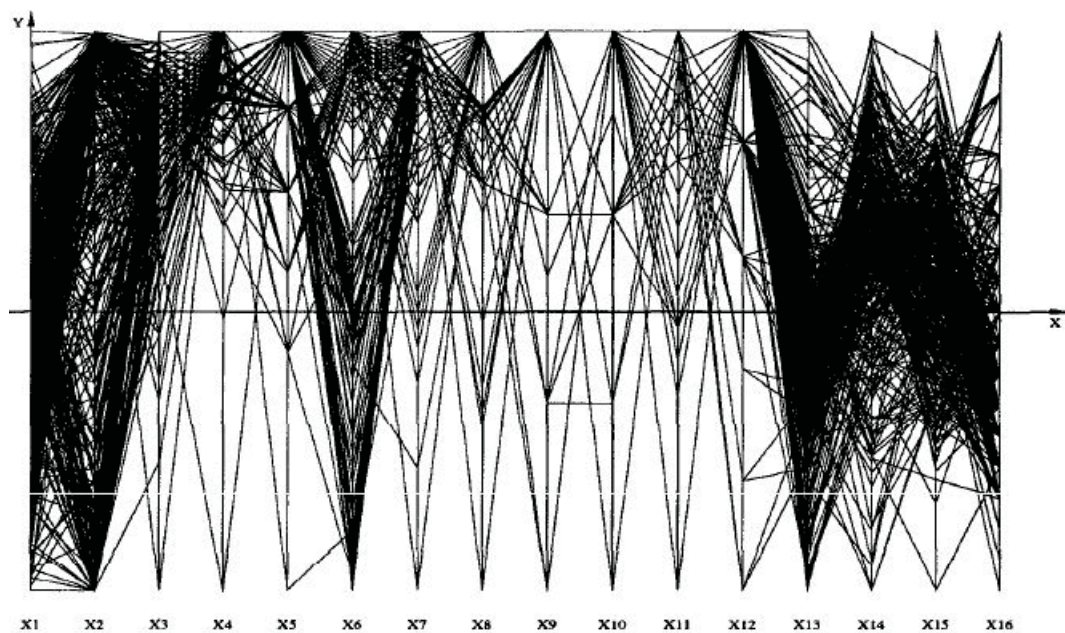


Figura 2.9: Representação por Coordenadas Paralelas saturada por muitas sobreposições. Inselberg (1997).

## 2.8 Técnicas Iconográficas

Nas técnicas iconográficas cada item de dado é mapeado em um ícone, e seus atributos visuais são alterados para representar seus valores dentro do domínio de dados. Uma técnica que utiliza de ícones para exibir grandes quantidades de dados é a “Figura de Arestas”. Cada item de dado é mapeado como uma aresta e as duas dimensões da tela são mapeadas (x e y). O posicionamento das arestas representa dois atributos (baseados no eixo x e no eixo y) e o ângulo, a espessura, a cor e o comprimento das arestas permitem mapear outros atributos. O conjunto de arestas representadas nessas condições forma imagens com texturas que permitem que sejam encontrados padrões. Como desvantagem, essa técnica traz certa dificuldade em configurar as arestas de modo que as texturas geradas sejam de fácil visualização e também a limitação no número de atributos que é possível representar, que gira em torno de dez. Veja na Figura 2.10, um conjunto de dados que quando visualizado gerou determinadas áreas de textura na imagem.

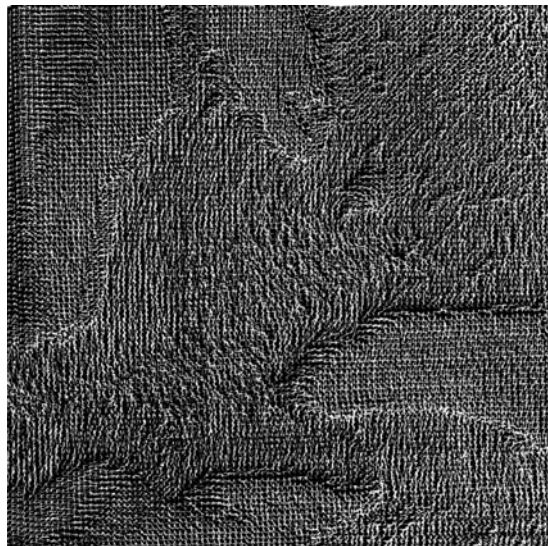


Figura 2.10: Representação utilizando Figura de Arestas e a sua formação de texturas nos resultados. Grinstein (2001).

## 2.9 Visualizações múltiplas coordenadas

Como vimos anteriormente, existem muitas técnicas de visualização e cada uma delas possui prós e contras. Sendo assim, é possível concluir que cada técnica torna-se adequada para um determinado domínio de estudo. A partir desse conceito, surgiu a ideia de gerar múltiplas visualizações de um mesmo conjunto de dados, utilizando técnicas diferentes e aproveitando os pontos positivos de cada técnica, a fim de maximizar o ganho nos resultados e minimizar os pontos fracos das técnicas de visualização.

Nesse sentido, relacionando as várias técnicas de visualização ao mesmo tempo, é interessante que as ações realizadas nas múltiplas visualizações sejam propagadas e refletidas automaticamente sobre as outras ao longo do processo exploratório. Essa reflexão de ações que denomina o formato de múltiplas visualizações como coordenadas.

## 2.10 Representações visuais para atributos temporais uni-escala e multi-escala

Eventos observados ao longo do tempo a fim de que sejam estudados posteriormente para que se extraia algum tipo de conhecimento, geram uma componente temporal herdada de todo o período em que os dados foram coletados. De acordo com a visualização, podemos observar uma ou mais escalas de tempo simultaneamente e assim obter representações mais abrangentes e informativas ou mesmo interrupções ou faltas que ocorreram na coleta dos dados.

As representações uni-escala exibem os dados baseados em uma escala de tempo diária, mensal ou anual, por exemplo. Dentro desse intervalo temos os extremos que são o tempo inicial e o tempo final, e os valores que são exibidos como uma sequência de pixels. Veja a Figura 2.11 seguinte:

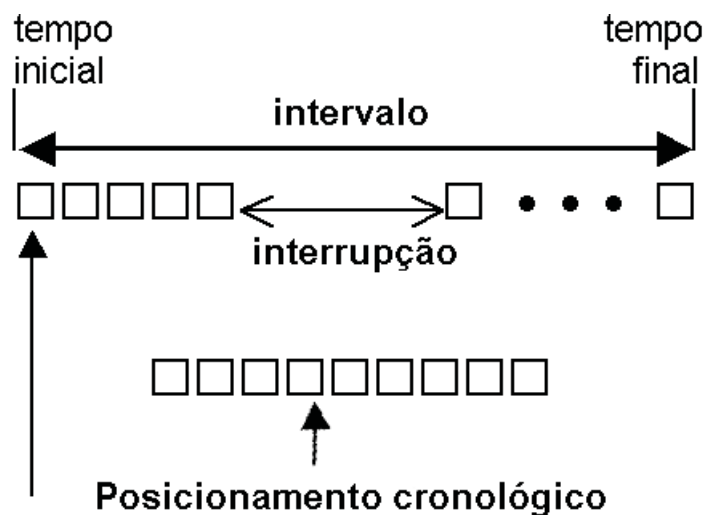


Figura 2.11: Atributos de uma visualização uni-escala. Adaptado de Shimabukuro (2004).

Cada sequência de pixels é associada a um objeto de coleta espacial. Dessa maneira, se sobreposmos as sequências de pixels, teremos uma representação visual que gera um comparativo entre vários objetos espaciais dentro de uma mesma escala de tempo, como na Figura 2.12.

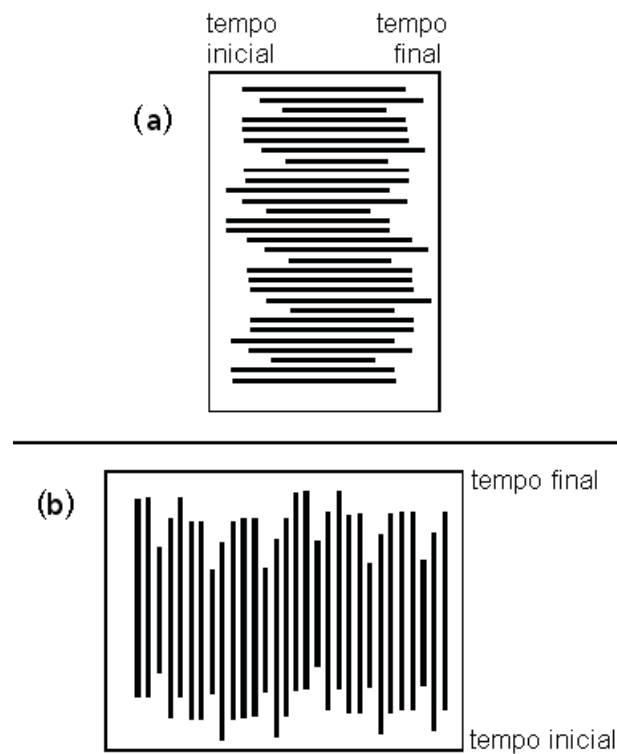


Figura 2.12: Agrupamento de visualizações uni-escala, permitindo uma melhor análise dos dados. Adaptado de Shimabukuro (2004).

Ao passo que a representação uni-escala permite a comparação de um atributo entre vários objetos espaciais dentro de uma mesma escala de tempo, temos também uma representação que visa focar em um único objeto espacial, porém obtendo uma melhor representação de seus atributos, variando em uma mesma representação as escalas temporais. O formato de representação pode ser o mesmo adotado na representação uni-escala, contudo, empilhamos sequências de pixels que representam os atributos de um mesmo objeto espacial em diferentes escalas de tempo. Os valores de um nível da escala podem ser gerados somando os valores dos níveis anteriores, por exemplo, os totais mensais podem ser obtidos somando-se os totais diários, enquanto que os totais anuais podem ser obtidos somando os totais mensais. Dessa maneira é possível navegar pelas diferentes escalas de tempo de um mesmo atributo e estudá-la em diferentes níveis de detalhamento.

Na Figura 2.13-a, acima, temos um exemplo de representação na escala diária, mensal e anual. Na sua parte superior, vemos um quadrado que foi dividido em quadros menores. Cada um desses quadros menores representa os dias e o quadro maior que os contém representa um mês. Sobrepondo os doze meses, temos a representação de um ano e se olharmos na Figura 2.13-b, veremos a junção desses representações. Cada coluna representa um ano e cada quadro

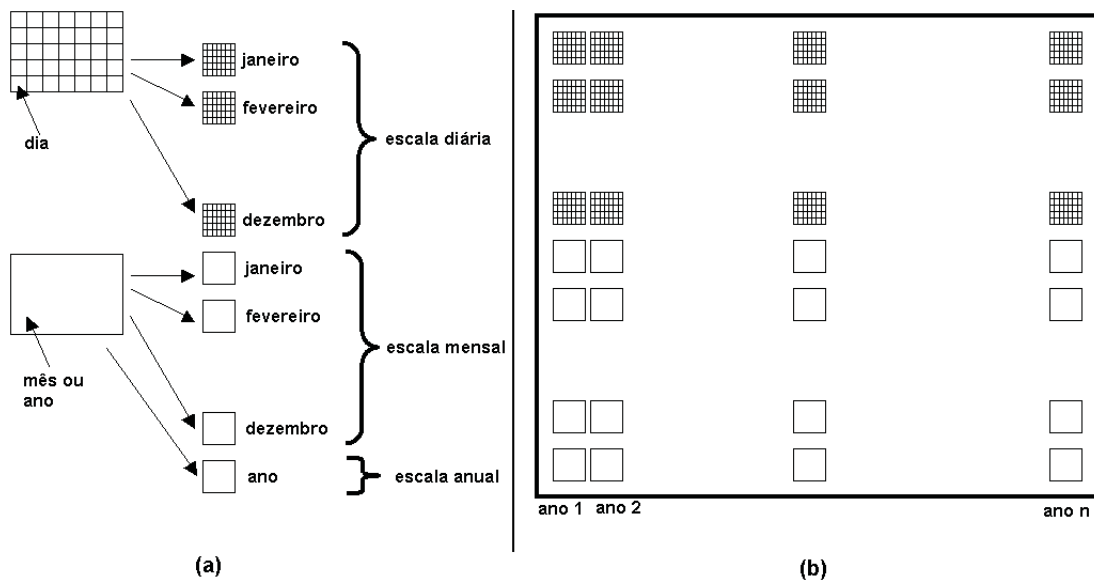


Figura 2.13: Esquemas de representação de uma visualização multi-escala. Shimabukuro (2004).

representa um mês, e os quadros menores, por sua vez, representam os dias. Se colorirmos os dias de acordo com os valores do atributo no gráfico, de uma maneira geral, será possível verificar relações entre os dados e extrair alguma informação de interesse.

## 2.11 O modelo de arquitetura AdaptaVis

Shimabukuro (2004), durante o desenvolvimento de sua tese de doutorado, propôs um modelo de arquitetura para servir de guia no desenvolvimento e implementação de uma plataforma computacional extensível, que atenda aos requisitos de diferentes aplicações para diferentes fins, fornecendo apoio no processo de descoberta de conhecimento, integrado por múltiplas visualizações coordenadas. O fato do modelo de arquitetura cobrir diferentes domínios de aplicações deixa a possibilidade de utilizar múltiplas técnicas de visualização de forma coordenada e provê a facilidade de incorporar novos recursos, pontos que são comuns em outros ambientes com a mesma finalidade. O modelo visa ainda, não influenciar na escolha da tecnologia a ser utilizada para uma implementação ou mesmo na maneira como será desenvolvida, fornecendo flexibilidade, por exemplo, para uma implementação distribuída ou baseada na Web. Outra característica de flexibilidade do modelo é a possibilidade do usuário ampliar o seu ambiente personalizado, viabilizando a análise exploratória sobre diferentes perspectivas.

Segundo autores consultados por Shimabukuro (2004) durante o desenvolvimento de sua tese, é importante manter um histórico de todas as ações executadas pelo usuário durante a

utilização do ambiente. Essas informações capturadas em forma de um log aliadas a capturas de telas, servem tanto para o refinamento e melhoramento dos recursos visuais oferecidos, como para observar o comportamento e o modelo mental do usuário durante suas atividades. Esse registro de atividades serve também para planejar, avaliar e documentar as ocorrências durante a configuração e uso desses ambientes. Um modelo de captura de informação foi incorporado ao AdaptaVis.

No texto, quando Shimabukuro (2004) referencia-se ao termo plataforma, o intuito é referir-se ao conjunto completo de componentes e as respectivas ações de interação. Já quando referencia-se ao termo ambiente, este deve ser entendido como um subconjunto configurado para atender às necessidades específicas de um usuário e suas tarefas. Esses mesmos significados podem ser subentendidos nesse presente texto.

A plataforma é também adaptável, e isto se dá pela capacidade de atender a condições específicas de uso impostas pelos usuários de acordo com o seu tipo de aplicação. A coleta de informação implementada também contribui para a adaptabilidade, uma vez que sua análise tem como finalidade o melhoramento sucessivo das funcionalidades da plataforma. Além da adaptabilidade, outros critérios foram considerados no desenvolvimento da plataforma:

- **Extensibilidade:** Cada técnica de visualização deve ser implementada com um componente de software, também chamado de módulo, independente nos seus parâmetros e na sua interação com o usuário. Cada componente deve trocar mensagens e interagir com outros componentes, aderindo a um protocolo padrão que implementa um conjunto de comportamentos comuns. A conformidade com o padrão proposto pela arquitetura garante o funcionamento de todos os componentes, facilita a criação, inserção e mesmo a manutenção de componentes, com baixo impacto.
- **Configurabilidade:** A possibilidade de combinar diferentes componentes formando ambientes distintos é uma grande característica de configurabilidade do ambiente. Além disso, diferentes ações sobre diferentes técnicas de visualização podem ser necessitadas pelos usuários e todas essas interações devem ser coordenadas entre si em tempo de execução, durante o uso do ambiente. A combinação de componentes, além de conferir a configuração necessária ao usuário de acordo com o seu tipo de aplicação, permite ainda que por meio do conjunto de ações coordenadas peculiar de cada técnica de visualização, sejam formados conjuntos de ações peculiares a cada ambiente gerado.

- **Monitorabilidade:** A captura de informação nos ambientes gerados pode oferecer um poderoso artifício para pesquisadores em visualização. Esse registro de informações pode ser útil ao usuário, que pode revisar os passos e ações aplicados e refinar o seu próprio processo de análise, caso julgue necessário. A plataforma oferece mecanismos para armazenar esse e outros tipos de informação de interesse. Essas informações podem ser utilizadas também para desfazer ou repetir ações, e até mesmo, para criar macro operações (conjunto de ações executadas em uma determinada ordem), definindo uma tarefa ou sub-tarefa.

## 2.12 Núcleos e componentes do modelo

O modelo de arquitetura é composto pelos componentes, ou módulos, descritos na Figura 2.14. Abaixo da linha pontilhada, temos os módulos que formam o núcleo básico da aplicação, isto é, fornecem funcionalidades que garantem o funcionamento dos ambientes configurados e estão presentes em todos os ambientes gerados na plataforma. Esses módulos são chamados de componentes 'Básicos'. Já os módulos acima da linha formam o núcleo funcional, onde temos a implementação das funcionalidades associadas a exibição e interação com usuário e que varia de um ambiente para o outro, de acordo com a finalidade da aplicação. Esses módulos são denominados componentes 'Funcionais'. Os ambientes gerados podem mesclar funcionalidades do núcleo básico e funcional.

As funcionalidades de gerenciamento pertencentes ao núcleo básico, são realizadas pelos seguintes componentes básicos:

- **Gerenciador de Interfaces (Acesso):** exibe ao usuário a interface de acesso à plataforma de visualização e inicializa os demais componentes básicos. Solicita aos componentes funcionais a apresentação de suas interfaces.
- **Gerenciador de Componentes (Integração):** Ativa e desativa os componentes funcionais, mantendo um controle através de uma lista de componentes.
- **Gerenciador de Ações (Coordenação):** Propaga entre as representações visuais ativas, as ações executadas pelo usuário. O usuário deve configurar o alcance da propagação e quais representações serão afetadas dinamicamente, de acordo com as necessidades de cada tarefa.
- **Gerenciador de Históricos (Monitoramento):** registra as ações e ocorrências dentro de um ambiente ativo. Esses registros possuem a descrição dos vários cenários configurados

dentro da plataforma, bem como as estratégias de atuação adotadas ao longo do processo exploratório.

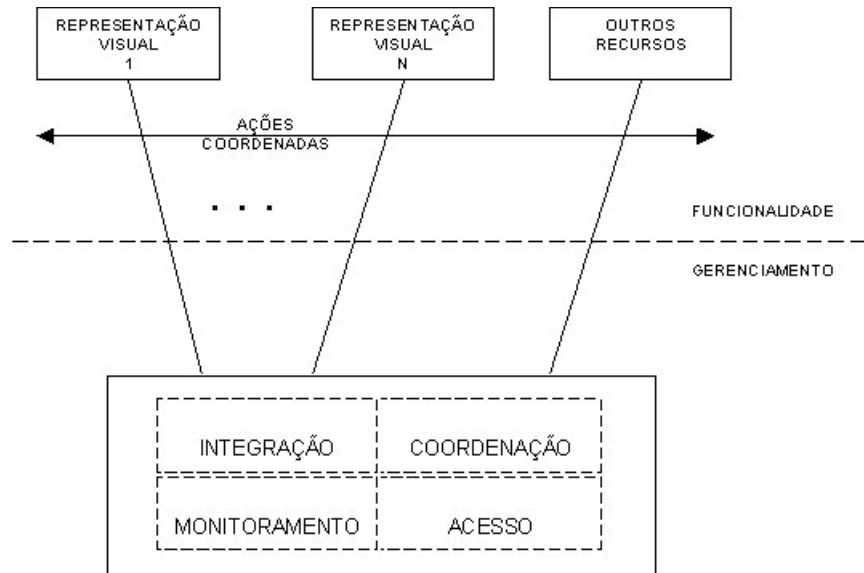


Figura 2.14: Componentes do AdaptaVis. Shimabukuro (2004).

Na Figura 2.14, na parte superior, dos componentes funcionais, vemos o módulo 'OUTROS RECURSOS', que indica, baseado na extensibilidade e configurabilidade conferidas pela plataforma, outras funcionalidades além das técnicas de visualização que podem estar presentes em um ambiente, como acesso a banco de dados, técnicas de mineração, ferramentas estatísticas e de integração com outros softwares.

As funcionalidades dos componentes funcionais são agregadas em diferentes categorias. Essas categorias delimitam o que cada componente deve implementar e mantém o caráter genérico dos componentes. Abaixo, listamos as categorias iniciais de classificação dos componentes funcionais:

- **Fonte de Dados:** apresentam recursos para acesso a arquivos e bases de dados, recursos para seleção, filtragem e pré-processamento dos dados.
- **Visualização:** Implementam as técnicas de visualização e suas interações com os usuários.
- **Interação:** Implementam as estratégias de interação de cada técnica de visualização.
- **Recursos Analíticos:** Implementam recursos complementares no processo de análise, como algoritmos de mineração de dados ou instrumentos estatísticos.

Na Figura 2.15, é possível observar a interação entre os núcleos do AdaptaVis.

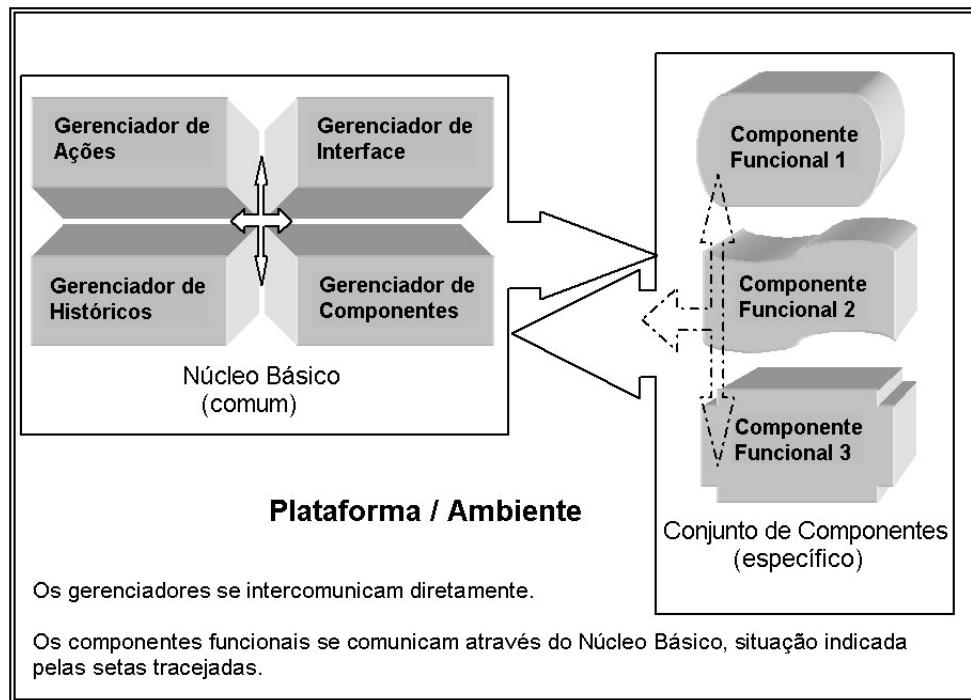


Figura 2.15: Núcleos Básico e Funcional e sua interação. Shimabukuro (2004).

A integração entre os componentes ocorre como descrito anteriormente, por meio de um protocolo predefinido, que garante o padrão de comunicação entre os componentes básicos e funcionais. Esse protocolo está descrito na Tabela 2.1 e também define as regras de associação de um novo componente funcional à plataforma.

## 2.13 A Plataforma InfoVis

No trabalho de Shimabukuro (2004), foi desenvolvido também a plataforma InfoVis, que é uma instância do núcleo funcional e do núcleo básico do modelo AdaptaVis. A plataforma foi implementada utilizando a linguagem Java e inicialmente oferece um conjunto de técnicas de visualização para a análise e manipulação de dados com atributos temporais e espaciais.

Cada um dos componentes, tanto do núcleo básico (gerenciador de interface, de componentes, de ações e de histórico) quanto do núcleo funcional (representações visuais uni- e multi-escala, mapa e tabela), foi implementado como uma classe Java distinta. Esse ambiente implementado foi aplicado inicialmente na análise de dados de precipitação pluviométrica e de-

Tabela 2.1: Descrição dos protocolos para a comunicação entre os componentes.

| <b>Serviço</b>                                                        | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ativação de Componente Funcional                                      | O usuário pode ativar um componente acessando na interface principal um menu que lista o conjunto de componentes funcionais disponíveis na plataforma. Quando isso ocorre, o Gerenciador de Interface ativa o Gerenciador de Componentes, que invoca o serviço de ativação do componente funcional correspondente. Em seguida o Gerenciador de Interface envia uma requisição para o componente funcional exibir sua interface. |
| Desativação de Componente Funcional                                   | Quando um componente funcional é encerrado pelo usuário, o próprio componente envia uma mensagem para o Gerenciador de Componentes que, por sua vez, atualiza o ambiente para refletir a nova configuração. Por exemplo, ações coordenadas registradas que envolvem esse componente são removidas da configuração do ambiente.                                                                                                  |
| Registro de Ações de Interação Suportadas por um Componente Funcional | Cada componente funcional implementa as ações de interação com o usuário, e informa essas ações para coordenação com outros componentes junto ao Gerenciador de Ações. Quando o usuário deseja definir uma coordenação entre ações em diferentes componentes funcionais, o Gerenciador de Ações é responsável por consultar cada componente funcional envolvido, e por registrar a coordenação.                                 |
| Propagação de Ação                                                    | Um componente funcional envia uma mensagem para o Gerenciador de Ações informando sobre as ações do usuário, juntamente com os parâmetros relacionados, de forma que ações correspondentes em componentes coordenados possam ser invocadas. Uma ação só é propagada se houver registro de coordenação com outras ações, evitando a troca desnecessária de mensagens.                                                            |
| Solicitação de Ação                                                   | O Gerenciador de Ações invoca esse serviço para requisitar a realização de uma ação no componente funcional alvo, após receber a informação de propagação de ação do componente fonte.                                                                                                                                                                                                                                          |
| Registro de Histórico                                                 | Cada componente informa o Gerenciador de Históricos sobre as atividades ocorridas dentro do seu escopo de controle.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Fonte: Shimabukuro (2004).

pois estendido para a análise de dados comerciais. Os componentes funcionais implementados, com as técnicas de visualização e manipulação dos dados, são descritos na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Componentes funcionais implementados na plataforma InfoVis.

| Componente InfoVis            | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Distribuição Espacial ou Mapa | Os itens de dados são representados por pontos (pixels) e podem ser posicionados sobre um mapa de acordo com os atributos espaciais de latitude e longitude, que estão no formato de graus e minutos. Um outro atributo é mapeado por cor, através de uma tabela de mapeamento definida pelo usuário. Mapas são de uso comum para dados dessa natureza e, portanto, de fácil entendimento. Os pontos podem ser exibidos como um único pixel ou como uma matriz quadrada de pixels, de acordo com a escala (ampliada/reduzida) de apresentação escolhida. |                                                                                |
| Ações de Interação            | “Escolher”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A escolha de pontos é feita com o mouse delimitando a área desejada.           |
|                               | “Destacar”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | O destaque dos pontos é feito com um marcador com a cor definida pelo usuário. |

INTERFACE PRINCIPAL DO COMPONENTE FUNCIONAL DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

**Distribuição Espacial-0 <postos.dat>**  
 Dados Visualização Mapa Marcas Escala

**Painel de Controle Distribuição Espacial-0 <a1alt1.cor>**

Intervalo de Valores Carregar Salvar

| >=    | <      | Cor      |
|-------|--------|----------|
| 0.0   | 300.0  | Amarelo  |
| 300.0 | 400.0  | Laranja  |
| 400.0 | 500.0  | Vermelho |
| 500.0 | 600.0  | Roxo     |
| 600.0 | 2000.0 | Ciano    |

Escala 2 (controle tamanho do ponto)

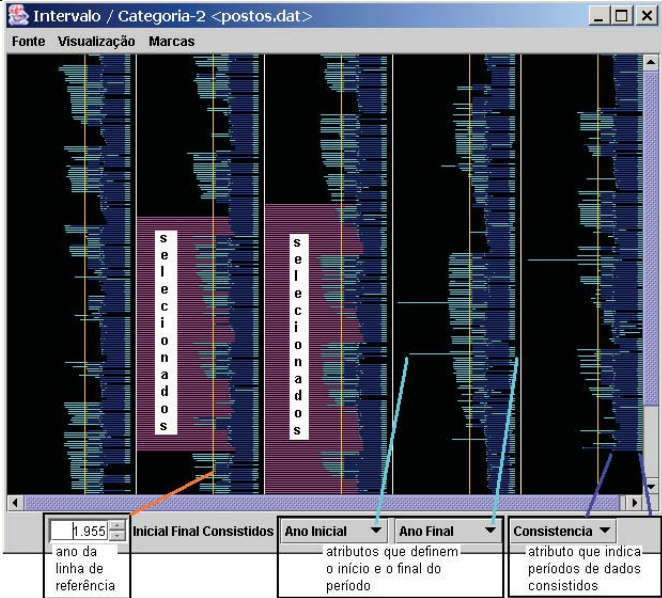
Lat(y) Long(x) Atributo

Latitude Longitude Altitude (atributos de posição)

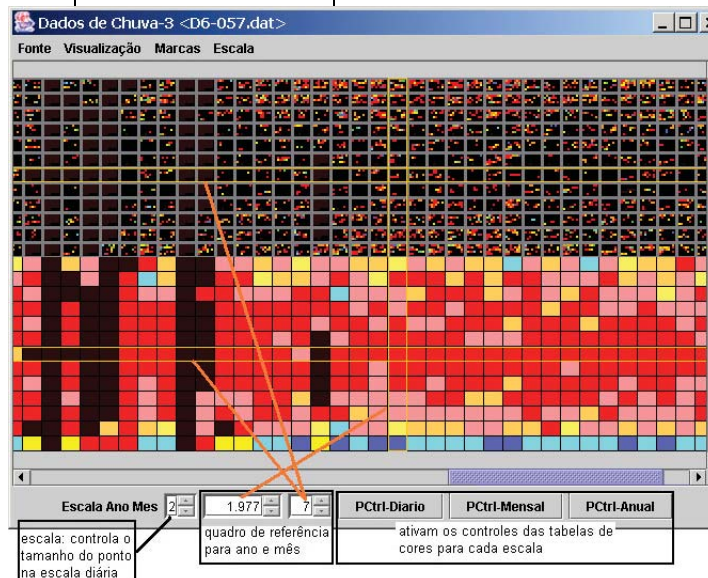
atributo mapeado pelas cores acima

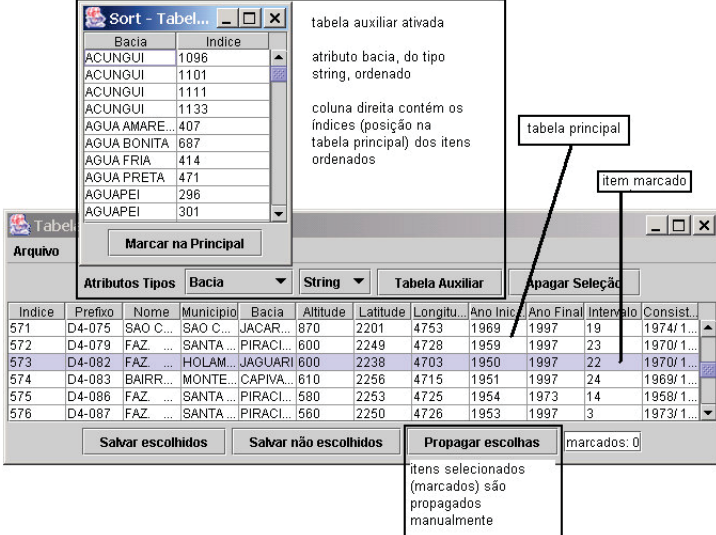
Painel de Controle (ativa o painel de controle)

Cor Destacar Cyan (cor utilizada para destacar os pontos)

|                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intervalo em Anos ou Intervalo/Categoria<br>(uma implementação de Variação Temporal Uni-escala) | Os itens de dados são representados por uma seqüência de pontos formando uma linha horizontal. A cor de cada ponto indica a qualidade do dado e o comprimento da linha mostra o tamanho do intervalo em anos com presença de dados. Uma linha vertical guia pode ser posicionada sobre um determinado ano, para uma referência mais precisa. |                                                                                                                                  |
| Ações de Interação                                                                              | “Escolher”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Com o arrasto do mouse na direção vertical com um dos botões pressionado, escolhe-se as linhas contidas no intervalo de arrasto. |
|                                                                                                 | “Destacar”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Um segmento de reta prolongando uma linha é usado para destacar tal linha.                                                       |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Dados de Chuva (uma implementação de Variação Temporal Multi-escala)</p> | <p>Este componente mostra a variação temporal de um atributo, no caso chuva, relacionado com um único item de dado (objeto espacial), nas escalas diária, mensal e anual. O atributo é mostrado em um conjunto de janelas retangulares alinhados verticalmente, ou seja, uma coluna de 25 janelas representa um determinado ano. Nas 12 janelas superiores, em cada retângulo são apresentados os valores de chuva, dia-a-dia, para o mês correspondente. Nas 12 janelas seguintes, cada retângulo é pintado com uma única cor que representa o total mensal de chuva. No último retângulo, ou janela, a cor indica o total anual. Cada uma das escalas tem uma tabela de cores para mapeamento de valores. A variação do tamanho do ponto (escala de ampliação/redução) é interessante para observar com maior detalhe a escala diária. Contornos retangulares, horizontal e vertical, são usadas como guias para posicionar sobre um determinado mês e ano, respectivamente.</p> |                                                                                                                                                                              |
| <p>Ações de Interação</p>                                                   | <p>“Escolher”<br/>“Destacar”</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Não implementados na atual versão. A generalização no formato das mensagens trocadas para coordenação de ações, em versões futuras, permitirá as suas implementações.</p> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabela de Dados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Lê o conjunto de dados e mostra os atributos na sua forma original, texto ou número, em formato de tabela. Cada linha representa um item de dado, e cada coluna um atributo. Uma tabela auxiliar permite observar um determinado atributo ordenadamente, sem contudo, reorganizar a tabela toda. Itens de dados podem ser selecionados na tabela auxiliar e, posteriormente, marcados na tabela principal. Como esta marcação é cumulativa, várias tabelas auxiliares podem ser usadas simultaneamente, simulando uma operação OU. Uma operação E, envolve o uso de um arquivo intermediário. Os elementos marcados na tabela principal podem ser gravados em arquivo, assim como o seu complemento, ou seja, os não marcados.</p> |                                                                                                                                                                                                |
| Ações de Interação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | “Escolher”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Os elementos de dados são escolhidos pelo mouse, marcando-se intervalos de elementos ou individualmente. Em virtude da marcação ser cumulativa, a propagação das escolhas é feita manualmente. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | “Destacar”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | As linhas da tabela são destacadas com uma cor de fundo diferenciada.                                                                                                                          |
|  <p>tabela auxiliar ativada</p> <p>atributo bacia, do tipo string, ordenado</p> <p>coluna direita contém os índices (posição na tabela principal) dos itens ordenados</p> <p>tabela principal</p> <p>item marcado</p> <p>Propagar escolhas</p> <p>itens selecionados (marcados) são propagados manualmente</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                |

Fonte: Shimabukuro (2004).

Os componentes implementados carregam os dados para a análise em seu espaço de memória. As ações de interação entre as visualizações devem envolver dados com os mesmo atributos ou com poucas alterações.

A plataforma, como citado anteriormente, foi validada com base em dados de precipitação pluviométrica, servindo para, além de avaliação, verificar se a arquitetura proposta atende a necessidade de configurar ambientes flexíveis com múltiplas visualizações coordenadas para satisfazer os potenciais usuários, verificar a utilidade das técnicas de visualização temporais implementadas como apoio na análise dos dados e para verificar a capacidade de adaptação de componentes prontos de modo a atender outros domínios, ou seja, a extensibilidade da plataforma.

## **2.14 A importância das funcionalidades em uma ferramenta de visualização de informação**

Uma visualização de informação de sucesso permite que o usuário tenha percepções a possível existência da informação que ele deseja encontrar, conforme ele a utiliza em seus processos de exploração dos dados. Essa percepção, fruto da manipulação dos dados, é beneficiada à medida que as ferramentas de visualização de informação fornecem um maior poder ao usuário sobre os dados, com filtros, ferramentas de seleção e destaque. Mayr et al. (2010) cita que a coleta de informação feita durante o uso de uma ferramenta de visualização pelo usuário, a fim de revelar e documentar os passos e tomadas de decisão no processo exploratório, vem sendo substituída de forma que não são mais registrados apenas características como tempo de análise e erros que o usuário cometeu, mas sim todo o processo cognitivo do usuário ao utilizar a ferramenta e analisar dados em busca de informações de interesse. Processamento das informações, capacidade de interpretação dos dados, memória do usuário durante o processo, capacidade de resolução de problemas e estratégias utilizadas, fornecem um histórico mais rico da exploração e a possibilidade de amadurecimento do processo de descoberta de conhecimento. Torna-se interessante saber, até mesmo, se o usuário recorreu a seu conhecimento empírico para resolver algum passo do processo de exploração (identificar algum dado, ou substituir algum trecho ausente de dados).

Dentre as funcionalidades citadas por Mayr et al. (2010) que tem a função de ajudar ainda mais o usuário no processamento dos dados, temos uma melhor rotulação através de legendas bem posicionadas, a exibição de informações detalhadas dos dados visualizados com gestos

simples como passar o mouse sobre um dado na tela. Essas funcionalidades fornecem ao usuário maior controle e identificação dos dados, algo que pode ser decisivo em um processo de exploração que muitas vezes depende apenas do conhecimento do usuário para ser evoluído e não pode ser ajudado por fórmulas estatísticas, por exemplo.

A rotulação (legenda) dos dados é um desafio na área de visualização, dada a quantidade de dados que as ferramentas geralmente manipulam e o tamanho dos dispositivos utilizados na exibição desses dados(geralmente monitores de computador). Encontrar uma forma de posicionar os dados e as legendas na tela pode ser uma tarefa árdua.

## Capítulo 3

# O Modelo AdaptaVis

Baseado no trabalho de Shimabukuro (2004), o objetivo deste trabalho é implementar o modelo AdaptaVis e a plataforma Infovis, utilizando as melhorias propostas por Mayr et al. (2010) e as melhorias provenientes das novas versões da linguagem Java e seu amadurecimento.

Na nova abordagem sobre o modelo AdaptaVis, a maior parte dos aspectos foram mantidos, a fim de garantir que seus principais requisitos ainda fossem atendidos: adaptabilidade, extensibilidade, configurabilidade e monitorabilidade. O núcleo básico (Figura 3.1), composto pelos componentes: gerenciador de interface (acesso), gerenciador de componentes (integração), gerenciador de ações (coodenação) e gerenciador de históricos (monitoramento); foi mantido e possui as mesmas funcionalidades. Esses componentes trocam mensagens entre si para manipular os componentes funcionais (visualizações) que estão sendo executados pelos usuários, gerenciar as ações executadas nesses componentes visuais e propagá-las para os outros componentes visuais coordenados, conforme as configurações criadas pelos usuários. Na seção seguinte, teremos em detalhes o funcionamento de cada um desses componente do núcleo básico.

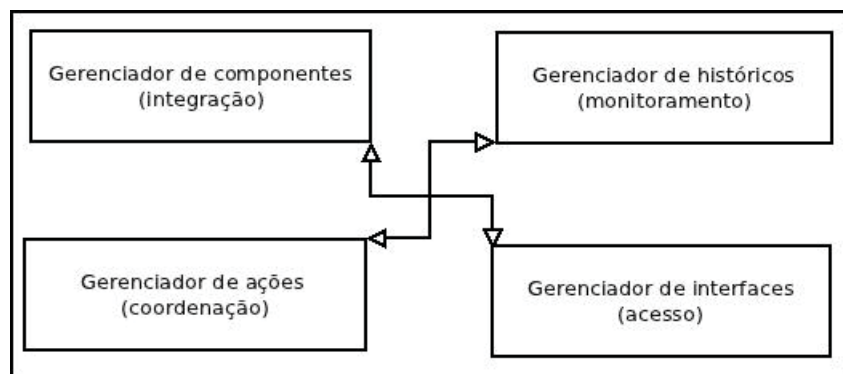


Figura 3.1: Núcleo básico. As setas centrais tem a finalidade de mostrar a possível comunicação que os componentes do núcleo tem entre si.

## 3.1 Componentes do modelo AdaptaVis

### 3.1.1 Gerenciador de Interfaces

O gerenciador de interfaces provê ao usuário o acesso aos recursos do núcleo básico e funcional. Também faz o acesso aos componentes funcionais (uma técnica de visualização, por exemplo) solicitando-os que exibam sua interface gráfica (Figura 3.2).

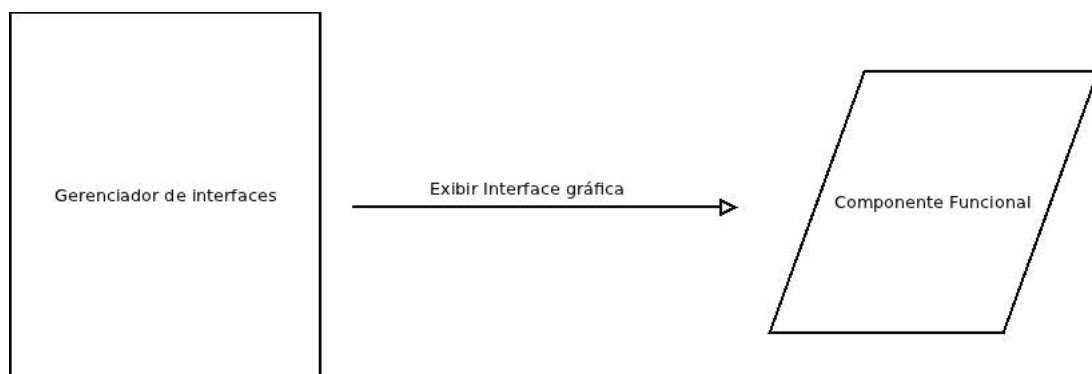


Figura 3.2: Comunicação básica entre o gerenciador de interfaces e um componente funcional

### 3.1.2 Gerenciador de Componentes

O gerenciador de componentes é responsável pela ativação dos componentes funcionais e mantém uma lista com todos os componentes que estão sendo executados. Toda vez que o usuário inicia um novo componente funcional, o gerenciador de componentes é responsável por carregá-lo, setar seus parâmetros iniciais e armazená-lo na lista de componentes ativos. Após esses passos, o gerenciador de componentes informa ao gerenciador de interfaces que o componente está carregado e que sua interface gráfica pode ser exibida. Quando um componente é

encerrado pelo usuário, este deve avisar o gerenciador de componentes, para que ele possa desativá-lo, retirando-o da sua lista de componentes ativos e removendo quaisquer operações que envolvam esse componente (ações coordenadas registradas envolvendo o componente, por exemplo). O esquema de funcionamento do gerenciador de componentes pode ser visto na Figura 3.3.

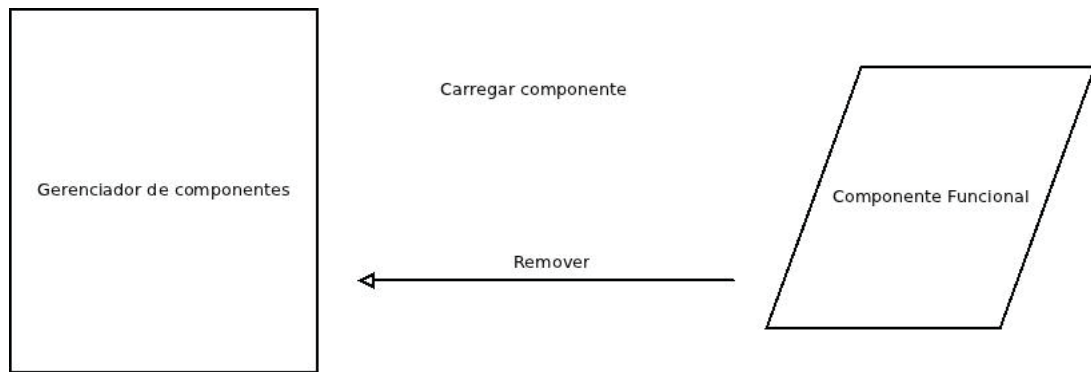


Figura 3.3: Comunicação básica entre o gerenciador de componentes e um componente funcional

### 3.1.3 Gerenciador de Ações

O gerenciador de ações é responsável por todas as atividades envolvendo ações sobre um componente. Quando um componente é iniciado, ele deve informar ao gerenciador de ações quais ações ele possui implementadas e estão disponíveis. Essas ações disponíveis pelo componente, estarão também disponíveis ao usuário, para que ele possa utilizá-las. Também é tarefa do gerenciador de ações armazenar as ações coordenadas criadas pelo usuário entre os componentes. Quando o usuário seleciona um componente, os componentes que possuem as mesmas ações deste selecionado são exibidos para que o usuário selecione o outro componente onde a ação deve ser refletida. Veja a Figura 3.4.

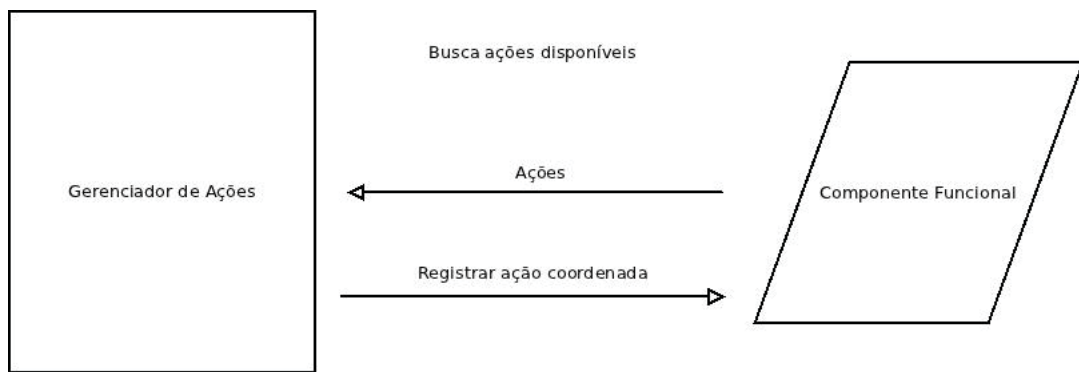


Figura 3.4: Comunicação básica entre o gerenciador de ações e um componente funcional

### 3.1.4 Gerenciador de Monitoramento

O gerenciador de monitoramento é responsável por armazenar as atividades executadas pelo usuário durante o uso da aplicação. Iniciar um componente funcional, criar ações coordenadas entre os componentes, executar as ações coordenadas, removê-las ou até mesmo fechar um componente, faz parte do conjunto de mensagens que são registradas pelo gerenciador de históricos. Quando uma ação coordenada é executada, além de ocorrer o registro da execução, os dados que o usuário usou para a ação são armazenados também. Veja um esquema representativo do gerenciador de monitoramento na Figura 3.5.

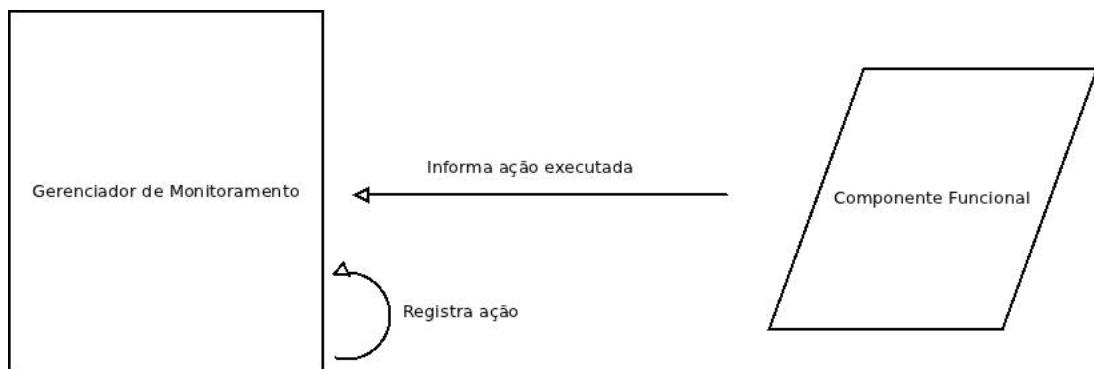


Figura 3.5: Comunicação básica entre o gerenciador de monitoramento e um componente funcional

## Capítulo 4

# A plataforma Infovis

Uma nova implementação do modelo de arquitetura AdaptaVis, a plataforma Infovis, foi desenvolvida visando melhorar e evoluir alguns conceitos desenvolvidos inicialmente no trabalho de Shimabukuro (2004). Esta implementação, como a anterior, utilizou a linguagem Java baseado-se principalmente no pontos citados por Shimabukuro (2004), como independência de plataforma (portabilidade), Java3d que consiste em uma biblioteca para implementar as operações gráficas, suporte a XML e a outros protocolos que permitem que a plataforma Infovis seja estendida e de fácil integração com outros componentes de software.

A plataforma é composta pelos componentes do núcleo básico, mais os componentes funcionais. Os componentes do núcleo básico foram implementados como classes distintas, seguindo a abordagem de Shimabukuro (2004) e os componentes funcionais, foram implementados separadamente, mantendo-se modulares.

A tela inicial da plataforma traz, além do menu com os componentes funcionais disponíveis ao usuário, várias seções com informações importantes que descrevem o comportamento e sua configuração durante seu uso pelo usuário. Veja na Figura 4.1 a tela inicial da aplicação, onde são indicadas as áreas de informações.

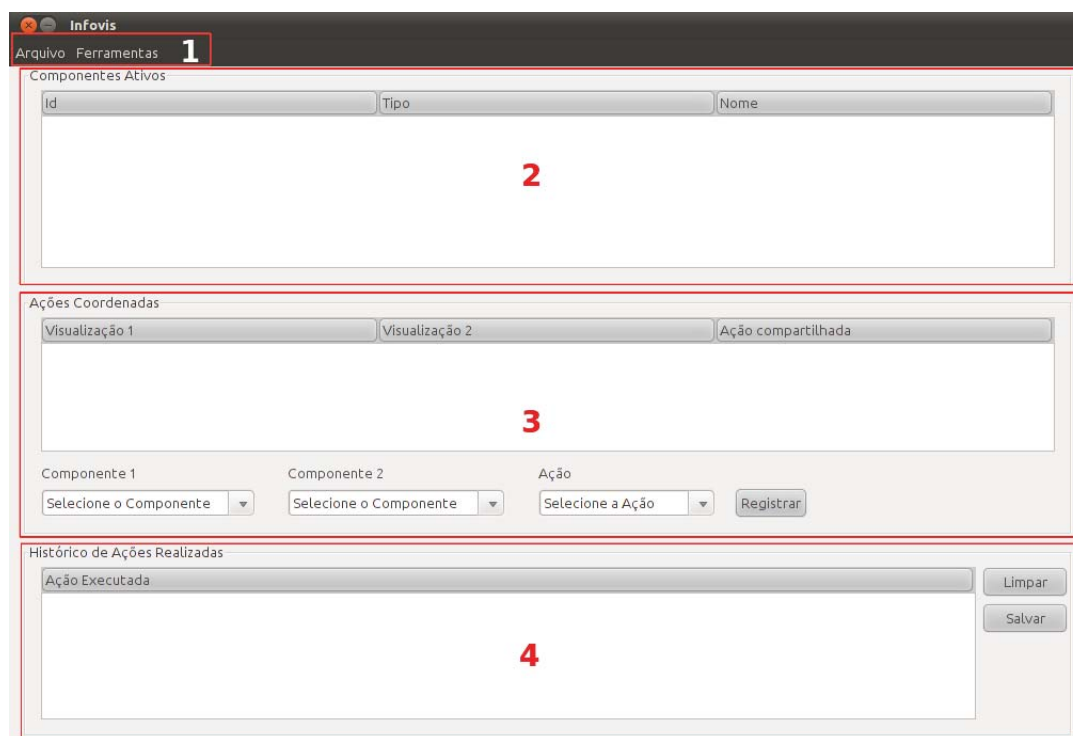


Figura 4.1: Tela inicial Plataforma Infovis

Na área 1, temos o menu principal da aplicação que possui as opções para acesso aos componentes funcionais implementados e disponíveis na plataforma. Este menu é carregado dinamicamente, baseado em um arquivo XML de configuração e será descrito na seção adiante. Na área 2, temos a tabela indicativa de componentes ativos na plataforma. Ela exibe o identificador, o tipo do componente (item de visualização, item de acesso a banco de dados) e o nome do componente. Essa tabela é atualizada dinamicamente conforme novos componentes são carregados ou finalizados pelo usuário. A área 3 exibe informações relativas as ações coordenadas criadas pelo usuário e possui campos onde o usuário pode configurar novas ações. A área 4, exibe informações sobre o monitoramento do uso da plataforma pelo usuário. A tabela exibe todos os passos feitos pelo usuário que são registrados pelo gerenciador de monitoramento e tem a opção para salvar esse histórico gerado.

Nas próximas seções serão descritos cada um dos componentes, tanto básicos quanto funcionais detalhadamente.

## 4.1 Componentes Básicos - Núcleo básico da plataforma

### 4.1.1 Gerenciador de Interfaces

O núcleo básico da plataforma é composto pelos componentes básicos do modelo AdaptaVis, gerenciador de interfaces, gerenciador de componentes, gerenciador de ações e gerenciador de monitoramento. O usuário faz acesso à plataforma através do gerenciador de interfaces, que exibe o formulário principal da aplicação.

O gerenciador de interfaces carrega um menu de opções com os componentes funcionais implementados. Esse menu é carregado a partir de um arquivo XML. Veja abaixo um exemplo de um arquivo XML implementado.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<menuBar>
  <menu text="Ferramentas">
    <item text="Distribuição Espacial" action="SpatialDistribution" />
    <item text="Tabela de dados" action="TableData" />
    <item text="Dados de Chuva" action="RainData" />
  </menu>
</menuBar>
```

A tag *menu* identifica um novo item no menu superior. Cada tag *item* identifica um subitem do menu. As propriedades *text* de ambas as tags, especificam o texto que será mostrado ao usuário (Veja Figura 4.2). A propriedade *action* das tags *items*, deve conter o nome da classe principal de cada componente funcional implementado.

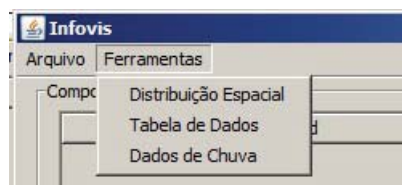


Figura 4.2: Menu exibido ao usuário, baseado no arquivo XML.

Toda vez que o programa é executado, o arquivo XML do menu é carregado novamente. Dessa forma, é possível inserir novos itens no arquivo XML e eles serão exibidos no programa.

sem a necessidade de compilação. O nome da classe principal do componente funcional (propriedade *action* da tag *item*) provê a classe de acesso ao componente e é através dele que o núcleo básico irá carregá-lo. Utilizando um recurso da linguagem Java e um conceito já presente na implementação de Shimabukuro (2004), novos componentes funcionais podem ser adicionados à plataforma, sem a necessidade de uma nova compilação. Esse recurso é a reflexão, onde é possível instanciar e invocar métodos de um objeto em tempo de execução, sem conhecê-los previamente. Os métodos utilizados pelo núcleo básico e que devem estar presentes nos componentes funcionais serão explicados nas seções a frente.

#### 4.1.2 Gerenciador de Componentes

Responsável por instanciar os componentes funcionais selecionados pelos usuários, ele é quem faz o processo de invocar os métodos do objeto para carregá-lo. Validações referentes a integridade do objeto (se ele contém os métodos que a plataforma espera para comunicar-se, enviar e receber dados e metadados do objeto) e recursos da propriedade reflexiva, utilizada para instanciar objetos em tempo de execução conforme citado anteriormente, são implementados nesse componente.

Este componente também é responsável por buscar e por setar informações nos componentes funcionais. Qualquer componente do núcleo básico que deseja saber informações do componente funcional em execução, envia uma mensagem ao gerenciador de componentes, para que ele faça o acesso ao componente funcional buscando a informação. Um exemplo é o método `getComponentData` que tem como parâmetros o objeto do qual se deseja a informação e o nome do método que se deseja invocar. Ilustrando, se o gerenciador de ações deseja saber quais ações um componente funcional implementa, ele poderia chamar o método `getComponentData` do gerenciador de componentes passando como parâmetro "Objeto1" (nome fictício) e "getActions", e o componente funcional irá retornar uma lista com as ações que ele implementa (uma lista com os métodos que devem ser implementados por um componente funcional para comunicar-se com o núcleo básico será fornecida adiante, neste capítulo).

O gerenciador de componentes mantém uma lista com os componentes funcionais que estão ativos. Ele faz a gerência, inserindo novos componentes que são abertos pelo usuário e removendo componentes, quando estes são encerrados. Todos os outros componentes do núcleo básico utilizam-se dessa lista para referenciar-se aos componentes funcionais. Toda vez que um componente funcional é carregado na plataforma, o gerenciador de componentes gera um número identificador único para ele dentro da plataforma. A Figura 4.3 apresenta a tela

inicial da plataforma com dois componentes carregados.

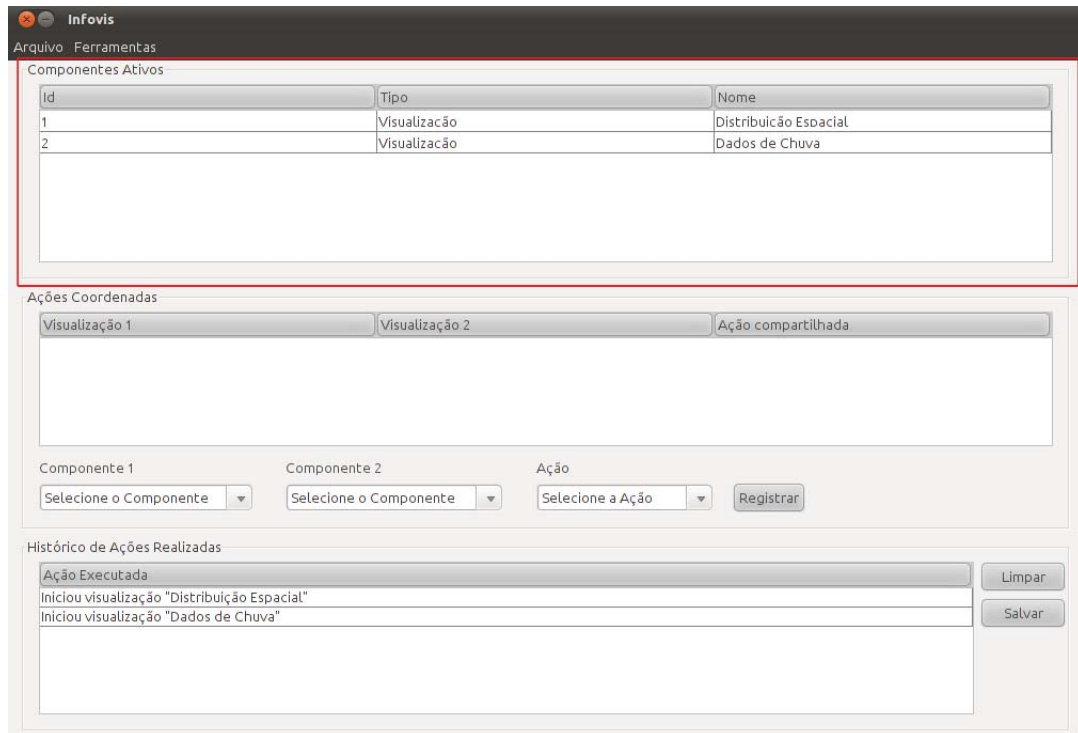


Figura 4.3: Tela da aplicação com dois componentes funcionais carregados.

### 4.1.3 Gerenciador de ações

O gerenciador de ações mantém listas de controle dos componentes funcionais que estão envolvidos em ações coordenadas criadas pelo usuário. Quando um componente funcional é ativado na plataforma, o gerenciador de ações busca nesse componente as ações que ele implementa e torna-as disponíveis ao usuário. Quando o usuário seleciona um componente A (o disparador da ação), o gerenciador de ações busca imediatamente quais componentes funcionais podem receber as ações implementadas por A e exibi-os ao usuário para que ele selecione. O usuário seleciona o componente B (o qual terá a ação executada de A refletida), são listadas as ações disponíveis entre os dois componentes para o usuário selecione e confirme a criação da nova ação coordenada.



Figura 4.4: Processo de criação de uma ação coordenada.

A Figura 4.4 apresenta o processo de criação de uma ação coordenada, onde o usuário selecionou o componente disparador da ação, o componente no qual a ação será refletida e a ação a ser executada. A seguir, na Figura 4.5 temos um exemplo de uma ação coordenada criada, exibida na tabela de ações da plataforma.

The screenshot shows the 'Infovis' application window. It has a menu bar with 'Arquivo' and 'Ferramentas'. Below the menu is a section titled 'Componentes Ativos' containing a table with two rows:

| Id | Tipo         | Nome                  |
|----|--------------|-----------------------|
| 1  | Visualização | Distribuição Espacial |
| 2  | Visualização | Tabela de Dados       |

Below this is a section titled 'Ações Coordenadas' which is highlighted with a red border. It contains a table with three columns: 'Visualização 1', 'Visualização 2', and 'Ação compartilhada'. The first row shows 'Distribuição Espacial' under 'Visualização 1', 'Tabela de Dados' under 'Visualização 2', and 'Selecionar' under 'Ação compartilhada'. Below the table are three dropdown menus labeled 'Componente 1', 'Componente 2', and 'Ação', each with the text 'Selecione o Componente' or 'Selecione a Ação'. To the right of these is a red 'Registrar' button.

At the bottom is a section titled 'Histórico de Ações Realizadas' containing a table with the following rows:

|                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Ação Executada                                                                       |
| Iniciou visualização "Distribuição Espacial"                                         |
| Iniciou visualização "Tabela de Dados"                                               |
| Criou ação coordenada "Selecionar" entre "Distribuição Espacial" e "Tabela de Dados" |

To the right of this table are two buttons: 'Limpar' and 'Salvar'.

Figura 4.5: Tela da aplicação com uma ação coordenada criada.

#### 4.1.4 Gerenciador de monitoramento

O gerenciador de monitoramento da plataforma registra as principais atividades que o usuário realiza na plataforma a fim de documentá-las. Esses registros mantêm histórico de ações executadas, dos cenários configurados e das estratégias adotadas pelo usuário ao longo do processo de exploração dos dados.

Os componentes do núcleo básico, informam ao gerenciador de monitoramento que um evento ocorreu e que este deve ser registrado. Para o caso de eventos que envolvam dados (a ação de selecionar um dado em um componente funcional, por exemplo), os dados são passados juntamente com o evento, para que sejam registrados também. Em processos exploratórios de dados, esse tipo de registro é um instrumento poderoso para acompanhar o desempenho, planejar novas estratégias exploratórias e avaliar o processo aplicado nos ambientes configurados na plataforma.

A Figura 4.6 apresenta um exemplo de fluxo de mensagens disparado pelo usuário ao carregar um componente funcional na plataforma. O gerenciador de componentes carrega o componente e em seguida registra, através do gerenciador de monitoramento, a ação de que o componente foi aberto na plataforma.

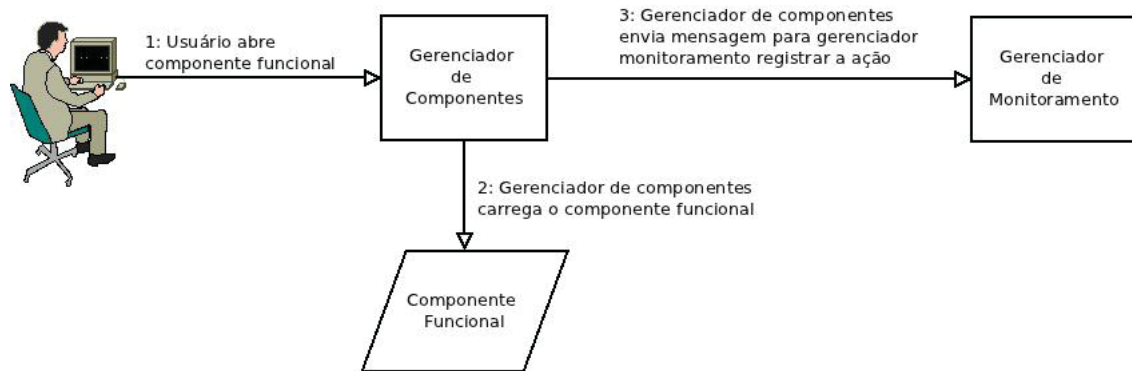


Figura 4.6: Exemplo de troca de mensagens pelos componentes do núcleo básico para registrar uma ação no histórico.

A Figura 4.7 apresenta o registro de ações durante o uso da plataforma. Componentes funcionais carregados, ações coordenadas criadas e a execução de uma ação coordenada, com o dado manipulado da ação registrados.

## 4.2 Componentes Funcionais - Núcleo funcional da plataforma

O núcleo funcional da plataforma, composto pelos componentes funcionais, faz a implementação das funcionalidades que se deseja atribuir a plataforma. Como descrito na Seção 2.12 um componente funcional pode ser do tipo **Fonte de Dados** apresentando recursos para acesso a arquivos e bases de dados, **Visualização** implementando técnicas de visualização e suas interações com os usuários, **Interação** implementando técnicas de interação de cada técnicas de visualização e **Recursos analíticos** implementando recursos complementares no processo de análise como algoritmos de mineração de dados ou instrumentos estatísticos.

Nessa implementação do modelo AdaptaVis, a plataforma infovis, foram implementados componentes funcionais do tipo visualização, a fim de prover recursos que sirvam como base no processo exploratório e para teste da plataforma e suas características.

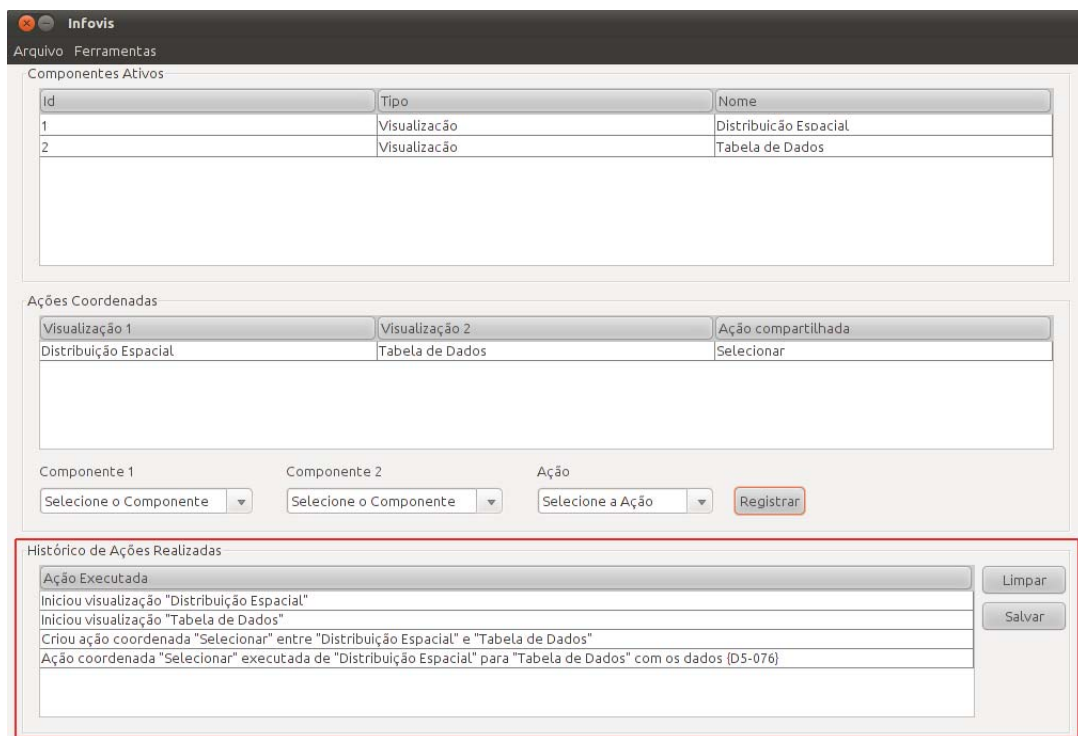


Figura 4.7: Tela da aplicação com histórico de uso do usuário na plataforma.

## 4.3 Métodos comuns aos componentes funcionais na plataforma Infovis

Como citado anteriormente, para que um componente funcional faça parte do modelo AdaptaVis e possa trocar informações com o núcleo básico, é necessário que ele atenda a alguns requisitos, implementados através de métodos com nomes prédefinidos. Esses métodos são usados para comunicação, troca de dados e execução de ações, que são gerenciados pelos componentes do núcleo básico da plataforma implementada. A Tabela 4.1 apresenta os métodos que devem ser implementados e suas descrições.

Tabela 4.1: Métodos necessários para a comunicação entre um componente funcional e a arquitetura.

| <b>Método</b>       | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| showGUI             | O componente funcional deve implementar nesse método, os comandos necessários para exibir sua interface gráfica ao usuário. Depois que o componente for carregado pela aplicação, esse método será invocado pelo gerenciador de interfaces para que sua interface seja exibida.                                                                                                                                                                                                                    |
| setId               | O componente funcional deve implementar esse método para receber seu identificador (id) único, gerado pelo gerenciador de componentes no momento em que este é carregado. O gerenciador de componentes pode se referenciar ao componente funcional baseando-se em seu id.                                                                                                                                                                                                                          |
| getId               | Neste método, o componente funcional deve retornar seu identificador, quando solicitado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| getApplicationTitle | O componente funcional deve implementar esse método, retornando seu Título. Esse título será exibido em diversos locais dentro da plataforma implementada e o usuário terá esse título como base para identificar o componente funcional nos elementos do programa (menus e tabelas).                                                                                                                                                                                                              |
| getActions          | O componente funcional deve retornar uma lista com todas as ações que ele implementa. Por exemplo, se o componente implementa a ação de selecionar dados, ele deverá retornar uma lista contendo essa ação. A gerenciador de ações invoca esse método ao componente para ter conhecimento de suas ações disponíveis e integrá-lo à plataforma.                                                                                                                                                     |
| setAction           | Quando o usuário seleciona dois componentes e assina uma ações coordenada entre eles, o gerenciador de ações informa informa os componentes envolvidos, setando as ações através deste método.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| removeAction        | Quando o usuário remove uma ação ou quando um componente é fechado, o gerenciador de ações utiliza esse método para remover as ações assinadas para este componente, caso elas existam.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| processEvent        | Este método não é chamado pelo núcleo básico da plataforma, porém é sugerido que ele seja implementado e sua função é verificar se um evento disparado pelo usuário no componente está entre as ações coordenadas setadas pelo usuário. No método setAction, descrito anteriormente, o componente recebe a informação que uma de suas ações está registrada e deve ser propagada para o gerenciador de ações, para que ele, por sua vez, propague para o componente que deve ter a ação refletida. |
| doAction            | Através deste método, o gerenciador de ações informa ao componente que ele deve refletir uma ação que foi realizada por outro componente. Este método deve receber do gerenciador de ações, a ação que foi executada no no outro componente e que ele deverá executar também(refletir) e os dados envolvidos na ação. Dessa maneira, ele executa a ação com o mesmo conjunto de dados.                                                                                                             |

## 4.4 Visualizações implementadas

As visualizações implementadas na plataforma Infovis manipulam dados de precipitação pluviométrica, utilizando técnicas de visualização descritas na Seção 2.5 para atributos temporais uni-escala e multi-escala, conforme a Seção 2.10.

Os dados utilizados para teste e validação da plataforma, são os mesmos utilizados por Shimabukuro (2004) portanto, alguns passos relativos a preparação de dados descritos na Seção 2.3, como filtragem de dados de interesse no domínio, preenchimento de falhas, validação dos dados, foram reaproveitados e ficaram isentos de serem aplicados nesse trabalho.

Os dados consistem em postos de coleta de dados pluviométricos de todo o estado de São Paulo em um período em anos que varia de posto para posto. Cada posto possui dados relativos a sua localização (latitude e longitude) e identificação (Nome, Município e bacia onde está localizado), além dos dados coletados ao longo dos anos. Esses dados coletados de cada posto, estão divididos em ano, mês e dia. Existe um arquivo geral, com os dados de localização e identificação de todos os postos e um arquivo para cada posto, com os anos, mês, dias e dados coletados. No arquivo geral, os postos estão separados em linha e cada posto recebe um prefixo identificador único. Abaixo é possível observar um trecho do arquivo de dados dos postos.

```
Prefixo, Nome, Município, Bacia, Altitude, Latitude, Longitude
A6-001; RIOLANDIA; RIOLANDIA; GRANDE; 400; 1958; 4941
A7-001; POPULINA; POPULINA; GRANDE; 440; 1956; 5032
A7-002; INDIAPORA; INDIAPORA; GRANDE; 450; 1959; 5015
```

O arquivo de postos possui mais algumas informações como ano inicial e ano final do intervalo de coleta, para cada posto. Na primeira coluna, é possível ver o Prefixo, citado acima. Cada posto, possui um arquivo, nomeado pelo seu prefixo e que contém os dados coletados do respectivo posto. Abaixo, um trecho do arquivo A6-001, referente ao posto A6-001 Riolândia, primeiro posto do arquivo mostrado acima.

```
Ano, Mes, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
1961; 01; 104; 163; 59; 257; 0; 160; 4; 162; 22; 0; 564; 0; 96; 0; 0
1961; 02; 0; 16; 0; 338; 0; 0; 0; 207; 287; 63; 0; 185; 386; 0; 0
```

No exemplo acima, temos os dados coletados de dois meses do ano de 1961. O ano está na primeira coluna, o mês na segunda coluna e os dias, nas colunas seguintes. Os dias vão de 1 até 31. Abaixo será explicado cada visualização implementada e a forma como os dados são interpretados em cada uma delas.

#### **4.4.1 Distribuição Espacial**

Como na implementação de Shimabukuro (2004), descrita na Tabela 2.2 esta visualização utiliza a técnica orientada a pixel para exibir os dados na tela. Os pixels são posicionados na tela baseados em coordenadas de latitude e longitude representando os postos de coleta dos dados. Um terceiro atributo é exibido, classificado por uma cor que pode ser escolhida pelo usuário. Esse atributo pode ser "Altitude", "Anos Coletados" (número de anos que ocorreu alguma coleta), "Anos com dados consistidos" (anos que possuem dados coletados com consistência). O usuário tem a opção de criar intervalos de valores e atribuir uma cor para cada intervalo. Baseado nessa configuração, o terceiro atributo (Altitude, Anos Coletados ou Anos com dados consistidos) é classificado e recebe a cor dada pelo usuário.

A Figura 4.8 apresenta o estado inicial da visualização Distribuição espacial dividida em áreas. A seguir, será explicado a função de cada área da tela.

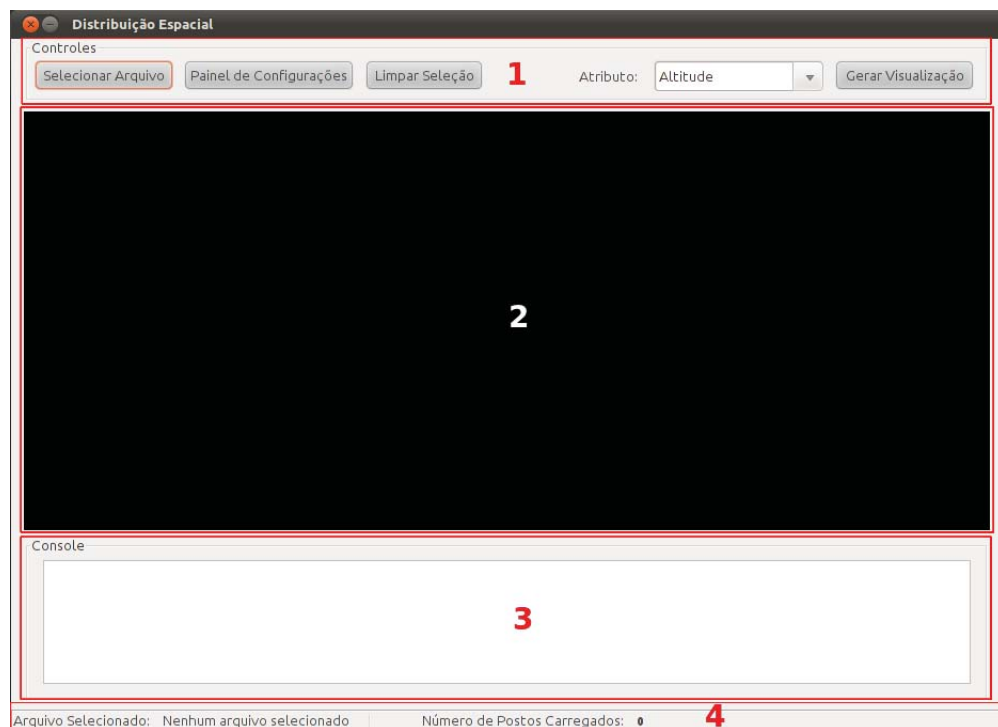


Figura 4.8: Tela inicial da visualização "Distribuição Espacial".

A área 1, traz a barra de comandos da visualização. No botão "Selecionar arquivo" é possível selecionar o arquivo com os dados dos postos. No botão "Painel de configuração" o usuário tem acesso ao painel de configuração de intervalo de valores e cores, conforme a Figura 4.9. O botão "Limpar seleção", desmarca todos os postos selecionados pelo usuário. O campo "Atributo" permite que o usuário selecione qual atributo (Altitude, Anos Coletados ou Anos com dados consistidos) deseja classificar baseado na tabela de intervalos e cores. O botão "Gerar visualização", gera a visualização dos postos, que é exibida na área 2. Dentro da área 2 o usuário pode manipulá-la através do mouse, com efeitos de panning(arrastar) e zoom(aproximar). Com o clique sobre um posto, o usuário realiza a seleção do posto, que será marcada com um retângulo em sua volta. A cor desse retângulo, que indica a seleção, também é configurável. A área 3 é o console de saída da visualização, onde são exibidos informações ao usuário. Quando o usuário passa o mouse sobre um posto, na área de visualização, informações do posto são exibidas no console. Na área 4, são exibidas informação do arquivo selecionado pelo usuário e da quantidade de postos que foram lidos pela visualização no arquivo selecionado. A Figura 4.10 apresenta uma tela da visualização configurada, com um arquivo selecionado e com dados nas áreas 2 e 3.

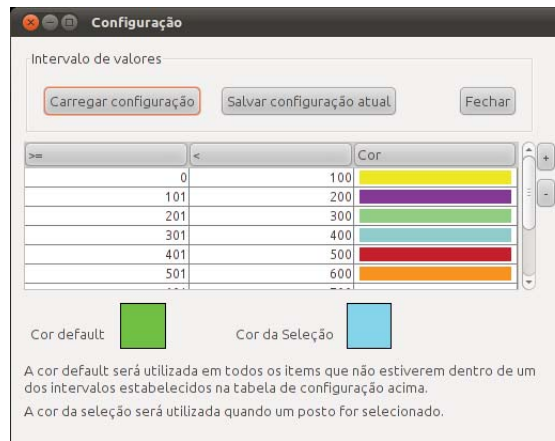


Figura 4.9: Exemplo de uma tabela de configurações preenchida.

A tabela de configuração da Figura 4.9 traz um exemplo de uma configuração, com intervalos, configuração para a cor de seleção dos postos e configuração de cor default (padrão). A cor default é utilizada quando o dado analisado não se enquadra em nenhum dos intervalos criados pelo usuário. Por exemplo, o usuário cria um intervalo que compreenda os valores de 0 a 100. Se o valor do dado analisado for 150, será então utilizada a cor default, no momento da sua impressão na tela. É possível também salvar uma configuração feita para carregá-la posteriormente. Essa funcionalidade, aliada por exemplo com o histórico de ações, permite que uma configuração de exploração possa ser reproduzida novamente ou aprimorada em uma nova ocasião.

A Figura 4.10 exibe a tela da visualização com dados impressos na área de visualização, um posto selecionado e informações na área de saída "console".



Figura 4.10: Exemplo de distribuição espacial configurada e preenchida.

#### 4.4.2 Tabela de dados

Esta visualização seguiu os princípios descritos no item "Tabela de dados" da Tabela 2.2. A representação tabular é uma das formas mais simples de representação de dados e tem a finalidade de atuar mais como um auxílio no processo de descoberta, do que como uma ferramenta do processo exploratório propriamente dito. A tabela exibe os dados em estado original (texto ou número) e em cada linha temos um item de dado, e em cada coluna temos um atributo do item. As funcionalidades de tabela auxiliar para visualização de dados ordenados, foram matidos. Seleção cumulativa baseada nas tabelas auxiliares, também foi mantido. Elementos selecionados na tabela principal podem ser salvos, assim como o seu complemento, ou seja, os não selecionados, permitindo que essa visualização haja como um filtro.

A Figura 4.11 apresenta o estado inicial da visualização Tabela de Dados dividida em áreas. A seguir, será explicado a função de cada área da tela.

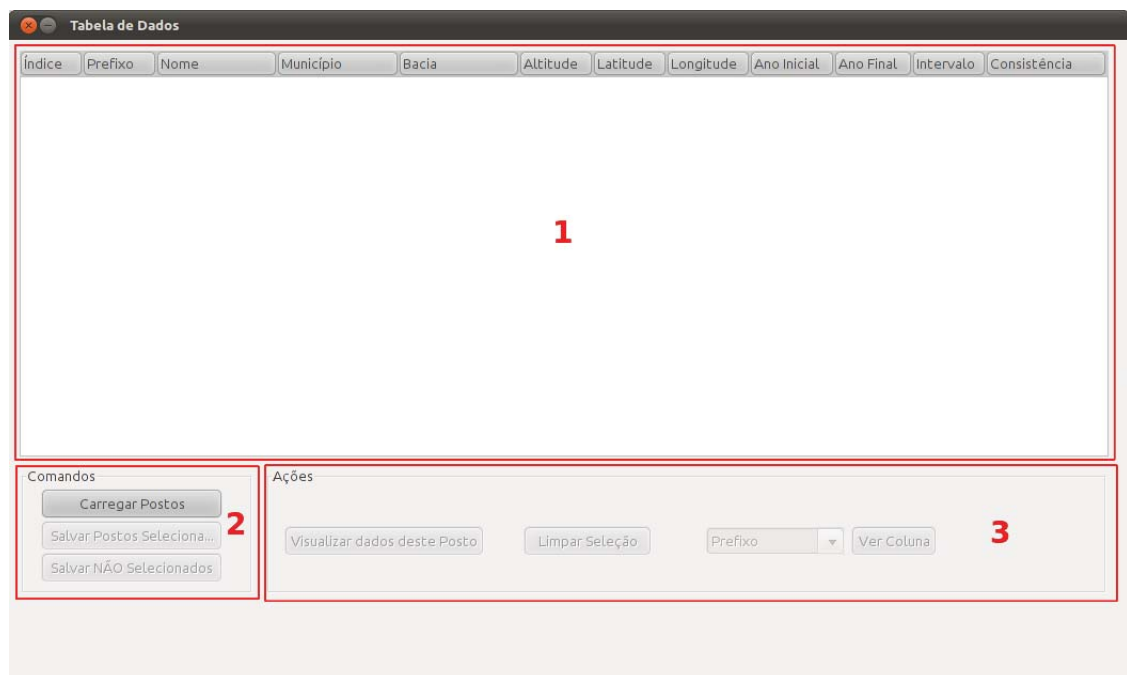


Figura 4.11: Visualização "Tabela de Dados" em seu estado inicial.

A área 1 é o local onde são exibidos os dados (Veja Figura 4.12). O Arquivo de postos é carregado, cada posto é exibido em uma linha e as colunas são os atributos. É possível selecionar uma ou mais linhas, e salvá-las, utilizando os botões da área 2. Na área 3, das ações, é possível, tendo uma linha selecionada, através no botão "Visualizar dados deste posto", exibir os dados coletados durante os anos, meses e dias. O botão "Limpar Seleção", intuitivamente, tem a função de retirar as seleções da tabela de dados. O campo em seguida, com o botão ver coluna, permite que uma tabela auxiliar da coluna selecionada, seja exibida permitindo que o usuário ordene-a, se alterar a ordem dos postos na tabela principal.

**Tabela de Dados**

| Índice | Prefixo | Nome               | Município          | Bacia         | Altitude | Latitude | Longitude | Ano Inicial | Ano Final | Intervalo | Consistência     |
|--------|---------|--------------------|--------------------|---------------|----------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------------|
| 1      | A6-001  | RIOLANDIA          | RIOLANDIA          | GRANDE        | 400      | 1958     | 4941      | 1959        | 1997      | 23        | 1970/1971/197... |
| 2      | A7-001  | POPULINA           | POPULINA           | GRANDE        | 440      | 1956     | 5032      | 1969        | 1997      | 20        | 1973/1974/197... |
| 3      | A7-002  | INDIAPORA          | INDIAPORA          | GRANDE        | 450      | 1959     | 5015      | 1969        | 1997      | 22        | 1971/1972/197... |
| 4      | A7-003  | ARABA              | GUARANI D'OESTE    | GRANDE        | 440      | 1953     | 5025      | 1970        | 1997      | 23        | 1970/1971/197... |
| 5      | A7-004  | FAZ. PADUA DI...   | MIRA ESTRELA       | GRANDE        | 400      | 1954     | 5011      | 1970        | 1997      | 21        | 1970/1972/197... |
| 6      | B4-001  | FRANCA             | FRANCA             | BAGRES        | 1020     | 2031     | 4724      | 1935        | 1997      | 34        | 1958/1959/196... |
| 7      | B4-002  | BURITIZAL          | BURITIZAL          | BANDEIRA      | 840      | 2011     | 4743      | 1931        | 1997      | 35        | 1958/1959/196... |
| 8      | B4-003  | USINA DOURAD...    | NUPORANGA          | SAPUCAI MIRIM | 610      | 2039     | 4741      | 1931        | 1997      | 34        | 1958/1959/196... |
| 9      | B4-005  | USINA ESMERIL      | ALTINOPOLIS        | SAPUCAI       | 720      | 2050     | 4718      | 1936        | 1997      | 35        | 1958/1959/196... |
| 10     | B4-006  | ITUVERAVA (SA...   | ITUVERAVA          | RIO DO CARMO  | 620      | 2020     | 4748      | 1937        | 1971      | 12        | 1958/1959/196... |
| 11     | B4-012  | FAZ. CONQUIS...    | SALES OLIVEIRA     | SANTA BARBARA | 750      | 2048     | 4746      | 1940        | 1997      | 33        | 1958/1959/196... |
| 12     | B4-015  | ORLANDIA           | ORLANDIA           | AGUDO         | 680      | 2044     | 4753      | 1937        | 1997      | 35        | 1958/1959/196... |
| 13     | B4-018  | FAZ. SANTA CE...   | SAO JOAQUIM D...   | SAPUCAI MIRIM | 590      | 2031     | 4758      | 1937        | 1997      | 33        | 1958/1959/196... |
| 14     | B4-020  | RESTINGA           | RESTINGA           | BAGRES        | 890      | 2036     | 4729      | 1941        | 1997      | 5         | 1972/1973/197... |
| 15     | B4-021  | SAO JOSE DA BE...  | SAO JOSE DA BE...  | BURITI        | 740      | 2036     | 4738      | 1954        | 1997      | 21        | 1972/1973/197... |
| 16     | B4-022  | RIBEIRAO CORR...   | RIBEIRAO CORR...   | CORRENTE      | 850      | 2028     | 4736      | 1939        | 1997      | 20        | 1973/1974/197... |
| 17     | B4-023  | JERIQUARA          | JERIQUARA          | PONTE NOVA    | 870      | 2019     | 4735      | 1939        | 1997      | 31        | 1958/1959/196... |
| 18     | B4-024  | CRISTAIS PAULIS... | CRISTAIS PAULIS... | CANOAS        | 950      | 2024     | 4724      | 1939        | 1997      | 17        | 1976/1977/197... |
| 19     | B4-026  | IGARAPAVA          | IGARAPAVA          | GRANDE        | 560      | 2002     | 4745      | 1942        | 1997      | 21        | 1970/1971/197... |
| 20     | B4-027  | RFL A VISTA (US... | IGARAPAVA          | GRANDE        | 530      | 2003     | 4750      | 1942        | 1973      | 15        | 1958/1959/196... |

**Comandos**

Carregar Postos

Salvar Postos Seleccionados

Salvar NÃO Seleccionados

**Ações**

Visualizar dados deste Posto

Limpar Seleção

Prefixo

Ver Coluna

Figura 4.12: Exemplo da visualização "Tabela de Dados" preenchida com dados dos postos.

A Figura 4.13 exibe uma tabela auxiliar, carregando dados da coluna de altitude dos postos. A tabela está ordenada por esse atributo e exibe também a coluna de índice da tabela principal, para efeito de referência ao usuário. O botão "Marcar na tabela principal", marcará as linhas selecionadas na tabela principal, baseado na coluna de índice.

**Dados selecionados na tabela principal:**

| Altitude | Índice |
|----------|--------|
| 1        | 802    |
| 10       | 776    |
| 10       | 833    |
| 10       | 871    |
| 10       | 883    |
| 10       | 931    |
| 10       | 1094   |
| 10       | 1113   |
| 10       | 1121   |
| 10       | 1135   |
| 10       | 1184   |
| 10       | 1186   |
| 100      | 939    |
| 100      | 1102   |
| 1000     | 450    |
| 1000     | 480    |
| 1010     | 40     |
| 1020     | 6      |

Marcar na tabela principal

Figura 4.13: Tabela de dados auxiliares carregando dados ordenados pela altitude.

### 4.4.3 Dados de chuva - Uma implementação de variação temporal multi-escala

Esta visualização tem o intuito de representar um dado em diferentes escalas temporais, característica das visualizações multi-escalas, conforme descrito na Seção 2.10. As características de implementação foram baseadas nos trabalhos de Shimabukuro (2004) (Veja a descrição na Tabela 2.2).

Os dados coletados de um posto, são exibidos, em escalas diárias, mensais e anuais, seguindo a forma como foram coletados. Existe uma tabela de configuração de intervalos e cores, na mesma forma da visualização Distribuição Espacial (Veja Seção 4.4.1), para cada uma das escalas de tempo. O usuário pode configurar cores para as representações diárias, mensais e anuais.

A representação é dada em forma de colunas, onde cada coluna representa um ano coletado e as linhas são divididas da seguinte forma: as 12 primeiras linhas (no sentido de cima para baixo) representam os 12 meses do ano. As 12 linhas seguintes, representam o total mensal de dados de chuva. A linha seguinte (apenas uma) representa o total anual (soma dos totais mensais). As 12 primeiras linhas, são ainda subdivididas internamente em quadros, 7 na horizontal e 5 na vertical, totalizando 35 quadros com a finalidade de representar os dias do mês. Dessa forma, as linhas que representam o total mensal, são compostas pela soma dos dias de seu mês respectivo.

A Figura 4.14 exibe o estado inicial da visualização “Dados de Chuva” dividida em áreas.



Figura 4.14: Visualização "Dados de Chuva" em seu estado inicial.

A área 1, apresenta os comandos fornecidos pela visualização. É possível selecionar um arquivo, configurar as tabelas com intervalos e cores para cada uma das representações temporais, selecionar a escala inicial de tamanho para a impressão na tela. Essa variação é interessante para analisar com mais detalhes a representação diária. Na área 2, são exibidos os dados na escala diária. Na área 3, são exibidos os totais mensais e na área 4, os total anuais.

A Figura 4.15 apresenta um exemplo da visualização, com dados carregados, tabelas de configuração preenchidas e o resultado impresso nas áreas citadas acima.

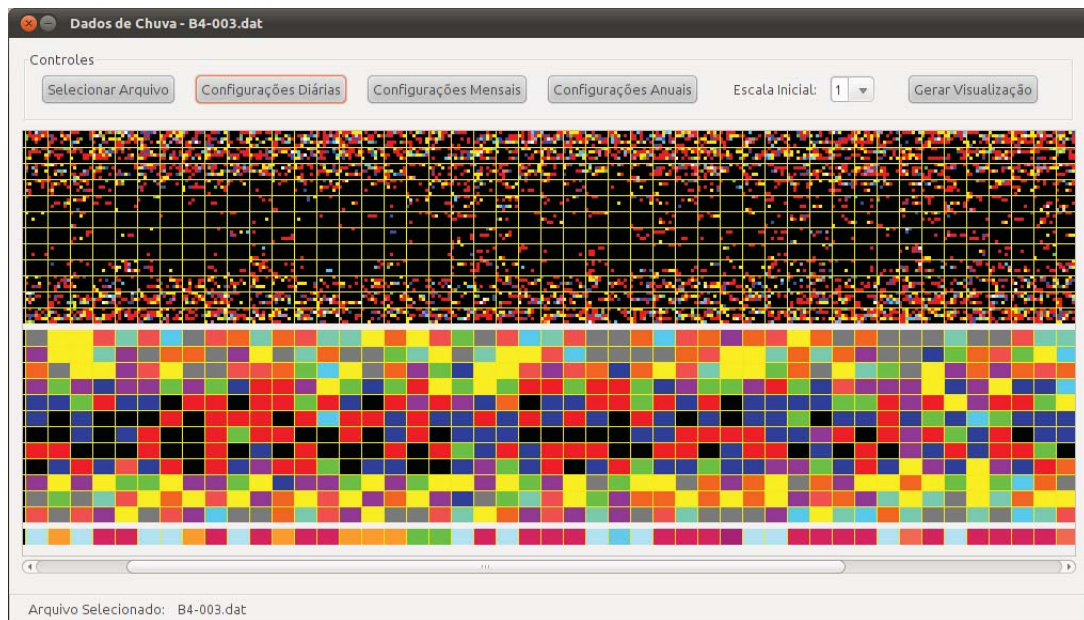


Figura 4.15: Exemplo de visualização "Dados de Chuva" com o arquivo de dados de um posto carregado.

## Capítulo 5

# Conclusão

O intuito deste trabalho era reescrever o modelo de arquitetura AdaptaVis, e implementá-lo novamente, como a plataforma Infovis, baseado no trabalho de doutoramento Shimabukuro (2004), provendo uma maior interação nas visualizações implementadas, seguindo o trabalho de Mayr et al. (2010).

A principal finalidade de prover maior interação do usuário com os dados nas visualizações, é tornar essas ferramentas de exploração de busca de conhecimento mais úteis e precisas. O processo de exploração, como citado anteriormente, utiliza-se de ferramentas permitindo que grandes quantidades de dados sejam analisadas e também aproveita-se do conhecimento empírico do ser humano, que pode trabalhar com falhas ou ausência na captura de dados de uma forma muito mais prática. Se o usuário puder selecionar, filtrar ou visualizar diferentes porções e formas dos dados, o processo tende a ser mais produtivo.

A possibilidade de armazenar, através dos históricos, as configurações e passos executados pelo usuário durante o uso da plataforma, permite que o processo de exploração seja evolutivo, partindo de pontos já explorados refinando mais ainda os resultados obtidos e também, armazenando processos que não apresentaram resultados satisfatórios, evitando que análises errôneas sejam repetidos durante a exploração.

Por fim, a visualização tem participação fundamental no processo de descoberta de conhecimento e espera-se que com esse trabalho, essa participação seja estendida, possibilitando a implementação de visualizações voltadas a outros domínios de dados mantendo a flexibilidade e que possa ainda ser evoluída permitindo que outros recursos sejam adicionados ao modelo.

## 5.1 Trabalhos futuros

O registro de mensagens no modelo AdaptaVis é uma importante funcionalidade no processo de análise, porém essa funcionalidade poderia ser evoluída permitindo registrar capturas de telas e permitir que o usuário registre anotações juntamente com os passos executados durante o uso da plataforma.

Utilizando como exemplo a implementação da visualização Distribuição espacial, que exhibe os dados dos postos de coleta baseados em sua latitude e longitude, essa visualização poderia carregar como fundo um mapa do estado de São Paulo e imprimir os postos sobre esse mapa, dando uma maior noção de localização ao usuário. Esse mapa pode ser obtido de um serviço externo a plataforma, o que exigiria uma integração entre o núcleo básico e um componente/serviço de terceiros. Seria interessante um gerenciador de integração, adicionado ao núcleo básico, que tratasse todo tipo de interface da plataforma com componentes externos, fazendo com que esses componentes interajam com a realidade da plataforma.

## Referências Bibliográficas

Fayyad, U.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P. - *Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework*, Proceeding of The Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 82-88, 1996

Few, S. *Data Visualization Past, Present, and Future*, Perceptual Edge, 2007

Grinstein, G.; Trutschl, M.; Cvek, U. – *High-Dimensional Visualizations*, Proceedings of the Visual Data Mining workshop (KDD'2001), 2001

Inselberg, A. – *Multidimensional Detective*, Proceedings of the 1997 IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis'97), pp. 100-107, 1997

Keim, D.A., Kriegel, H.-P. *Issues in Visualizing Large Databases*, Proceedings of the International Conference on Visual Database Systems, 1995

Keim, D.A; Kriegel, H.-P.; - *Visualization Techniques for Mining Large Databases: A Comparison*, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v. 8(6), pp. 923-938, December 1996

Keim, D.A. – *Designing Pixel-Oriented Visualization Techniques: Theory and Applications*, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 6(5), pp. 59-78, January-March 2000

Keim, D.; Hao, M.C.; Ladisch, J.; Hsu, M.; Dayal, U. – *Pixel Bar Charts: A New Technique for Visualizing Large Multi-Attribute Data Sets without Aggregation*, IEEE Symposium on Information Visualization 2001 (INFOVIS'01), p. 113-120, San Diego, CA, October 22-23, 2001

Keim, D.A. *Information Visualization and Visual Data Mining*, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, V. 7, 2002

Mayr, E.; Smuc, M.; Risku, H. *Many Roads Lead to Rome. Mapping Users' Problem Solving Strategies*, 2010

Shimabukuro, M. *Visualizações Temporais em uma Plataforma de Software Extensível e Adaptável*, Tese de Doutorado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, São Carlos, Maio de 2004

Ward, M.O. - *XmdvTool: Integrating Multiple Methods for Visualizing Multivariate Data*.  
Proceedings of Visualization '94, pp. 326-33, 1994

## APÊNDICE A – Manual de uso do software

Este manual apresenta as funcionalidades do software implementado neste trabalho e como utilizá-las. As seções descrevem a plataforma Infovis, todos os seus menus e botões e as visualizações "Tabela de Dados", "Dados de Chuva" e "Distribuição Espacial" em detalhes sob a visão do usuário.

### A.1 A plataforma Infovis

A plataforma Infovis é a base do aplicativo. O programa começará a ser executado a partir dela. Sua tela inicial pode ser vista na Figura B.1

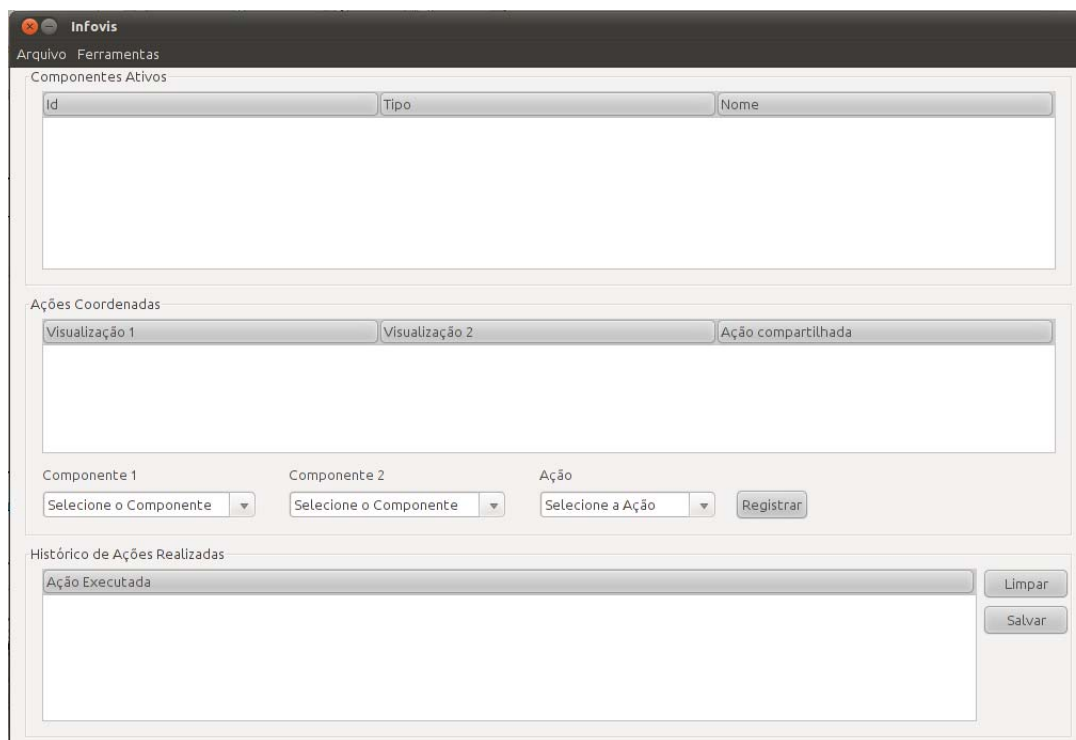


Figura A.1: Tela inicial da plataforma Infovis.

O menu da aplicação é baseado em um arquivo XML, que teve seu funcionamento descrito na Seção 4.1.1. O menu "Arquivo" contém a opção "Sair" que finaliza a aplicação. O menu "Ferramentas" lista as visualizações implementadas, baseado no XML. Para incluir uma nova visualização que tenha sido desenvolvida sobre os moldes da plataforma e esteja apta a se comunicar com o núcleo básico, é necessário apenas editar o arquivo XML, inserir seu nome (que irá aparecer no menu e em toda a aplicação) e o nome do arquivo ".java", contendo a implementação.

As outras áreas da tela da plataforma Infovis, a função de cada uma e os componentes que cada área lista, foram explicados detalhadamente nas Seções 4.1.2, 4.1.3 e 4.1.4. Nas seções a seguir, será explicado as funcionalidades de cada visualização implementada.

## A.2 Tabela de Dados

A "Tabela de Dados" é uma visualização com caráter básico que tem a função de atuar mais como um auxílio no processo de descoberta, do que como uma ferramenta do processo exploratório propriamente dito. A tabela exibe os dados em estado original (texto ou número) e em cada linha temos um item de dado, e em cada coluna temos um atributo do item. Na Figura A.2, temos a tela inicial da visualização. Suas funcionalidades serão descritas adiante.

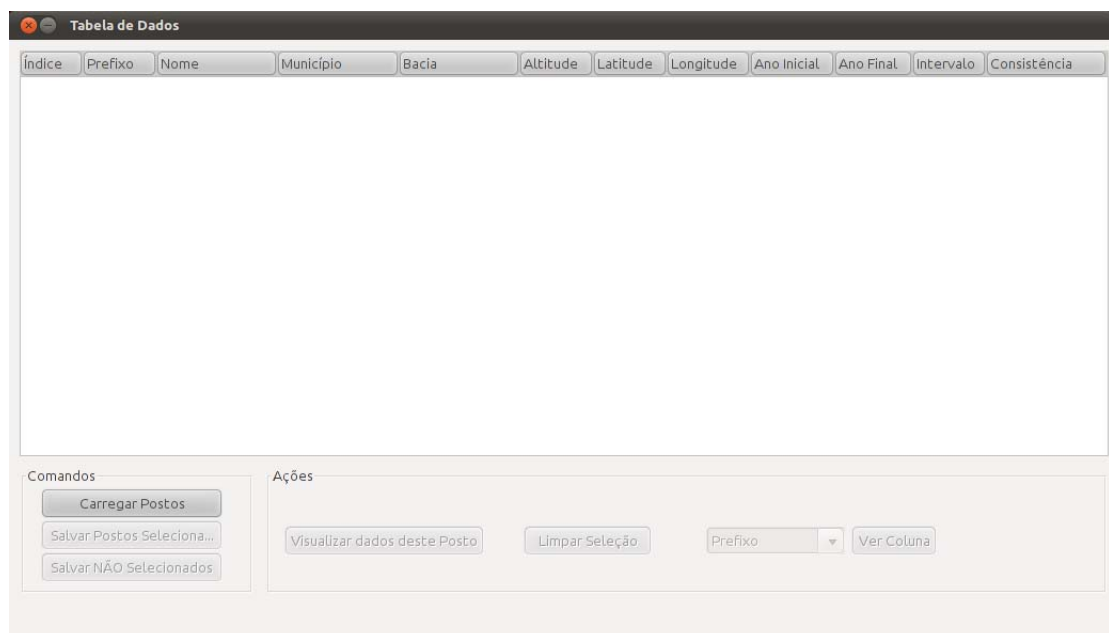


Figura A.2: Tela inicial da visualização "Tabela de Dados".

Na área de "Comandos" da visualização, temos o botão "Carregar Postos". Este botão, abrirá uma janela para o usuário selecionar o arquivo de dados que deseja carregar. Após a seleção do arquivo com os dados, a visualização irá carregar e exibir os dados, conforme a Figura A.3.

| Índice | Prefixo | Nome                | Município          | Bacia         | Altitude | Latitude | Longitude | Ano Inicial | Ano Final | Intervalo | Consistência     |
|--------|---------|---------------------|--------------------|---------------|----------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------------|
| 1      | A6-001  | RIOLANDIA           | RIOLANDIA          | GRANDE        | 400      | 1958     | 4941      | 1959        | 1997      | 23        | 1970/1971/197... |
| 2      | A7-001  | POPULINA            | POPULINA           | GRANDE        | 440      | 1956     | 5032      | 1969        | 1997      | 20        | 1973/1974/197... |
| 3      | A7-002  | INDIAPORA           | INDIAPORA          | GRANDE        | 450      | 1959     | 5015      | 1969        | 1997      | 22        | 1971/1972/197... |
| 4      | A7-003  | ARABA               | GUARANI D'OESTE    | GRANDE        | 440      | 1953     | 5025      | 1970        | 1997      | 23        | 1970/1971/197... |
| 5      | A7-004  | FAZ. PADUA DI...    | MIRA ESTRELA       | GRANDE        | 400      | 1954     | 5011      | 1970        | 1997      | 21        | 1970/1972/197... |
| 6      | B4-001  | FRANCA              | FRANCA             | BAGRES        | 1020     | 2031     | 4724      | 1935        | 1997      | 34        | 1958/1959/196... |
| 7      | B4-002  | BURITIZAL           | BURITIZAL          | BANDEIRA      | 840      | 2011     | 4743      | 1931        | 1997      | 35        | 1958/1959/196... |
| 8      | B4-003  | USINA DOURAD...     | NUPORANGA          | SAPUCAI MIRIM | 610      | 2039     | 4741      | 1931        | 1997      | 34        | 1958/1959/196... |
| 9      | B4-005  | USINA ESMERIL       | ALTINOPOULS        | SAPUCAI       | 720      | 2050     | 4718      | 1936        | 1997      | 35        | 1958/1959/196... |
| 10     | B4-006  | ITUVERAVA (SA...    | ITUVERAVA          | RIO DO CARMO  | 620      | 2020     | 4748      | 1937        | 1971      | 12        | 1958/1959/196... |
| 11     | B4-012  | FAZ. CONQUIS...     | SALES OLIVEIRA     | SANTA BARBARA | 750      | 2048     | 4746      | 1940        | 1997      | 33        | 1958/1959/196... |
| 12     | B4-015  | ORLANDIA            | ORLANDIA           | AGUDO         | 680      | 2044     | 4753      | 1937        | 1997      | 35        | 1958/1959/196... |
| 13     | B4-018  | FAZ. SANTA CE...    | SÃO JOAQUIM D...   | SAPUCAI MIRIM | 590      | 2031     | 4758      | 1937        | 1997      | 33        | 1958/1959/196... |
| 14     | B4-020  | RESTINGA            | RESTINGA           | BAGRES        | 890      | 2036     | 4729      | 1941        | 1997      | 5         | 1972/1973/197... |
| 15     | B4-021  | SÃO JOSE DA BE...   | SÃO JOSE DA BE...  | BURITI        | 740      | 2036     | 4738      | 1954        | 1997      | 21        | 1972/1973/197... |
| 16     | B4-022  | RIBEIRAO CORR...    | RIBEIRAO CORR...   | CORRENTE      | 850      | 2028     | 4736      | 1939        | 1997      | 20        | 1973/1974/197... |
| 17     | B4-023  | JERIQUARA           | JERIQUARA          | PONTE NOVA    | 870      | 2019     | 4735      | 1939        | 1997      | 31        | 1958/1959/196... |
| 18     | B4-024  | CRISTAIS PAULIS...  | CRISTAIS PAULIS... | CANOAS        | 950      | 2024     | 4724      | 1939        | 1997      | 17        | 1976/1977/197... |
| 19     | B4-026  | IGARAPAVA           | IGARAPAVA          | GRANDE        | 560      | 2002     | 4745      | 1942        | 1997      | 21        | 1970/1971/197... |
| 20     | B4-027  | RFI A VISTA (IJS... | IGARAPAVA          | GRANDE        | 530      | 2003     | 4750      | 1942        | 1973      | 15        | 1958/1959/196... |

Comandos: Carregar Postos, Salvar Postos Selecionados, Salvar NÃO Selecionados

Ações: Visualizar dados deste Posto, Limpar Seleção, Prefixo, Ver Coluna

Figura A.3: Tela inicial da visualização "Tabela de Dados" com dados carregados.

Clicando nas linhas da tabela, é possível selecionar uma ou mais linha consecutiva ou separadamente. Os botões "Salvar Postos Selecionados" e "Salvar NÃO Selecionados" salva as linhas selecionadas e não selecionadas respectivamente, fazendo com que seja possível filtrar o arquivo de dados original carregado.

O botão "Visualizar dados deste posto", abre em uma janela auxiliar, todos os dados de coletados do posto selecionado. A visualização procura por um arquivo, identificado pelo prefixo do posto, seguida da extensão ".dat", no mesmo diretório do arquivo de dados carregado. A Figura A.4 mostra uma janela auxiliar com todos os dados coletados do posto "B4-026".

O botão "Limpar Seleção" remove a seleção de todos os postos da tabela. Permite que a tabela retorne a seu estado inicial, sem nenhuma linha selecionada.

O combo seguinte, mostra algumas colunas da tabela e permite que uma outra tabela auxiliar seja exibida, com os dados apenas da coluna selecionada e com a coluna índice da tabela

Dados do posto B4-026

| Ano  | Mês | 1   | 2   | 3   | 4   | 5  | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30   | 31 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|
| 1955 | 11  | 279 | 264 | 468 | 0   | 0  | 0   | 197 | 100 | 13  | 114 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 615 | 120 | 0   | 52  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |    |
| 1955 | 12  | 0   | 182 | 105 | 430 | 53 | 17  | 14  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 51  | 76  | 225 | 331 | 145 | 350 | 157 | 3   | 0   | 0   | 0   | 58  | 0   | 0   | 88  | 0   | 155 | 54   |    |
| 1956 | 01  | 250 | 375 | 2   | 10  | 68 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 64  | 0   | 38  | 0   | 0   | 20  | 0   | 30  | 24  | 0   | 0   | 203 | 14  | 0   | 0   |      |    |
| 1956 | 02  | 0   | 129 | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 175 | 210 | 205 | 55  | 310 | 320 | 70  | 300 | 200 | 210 | 353 | 337 | 80  | 13  | 138 | 113 | 310 | 160 | 340 | 100 | 9999 |    |
| 1956 | 03  | 73  | 182 | 8   | 0   | 0  | 35  | 0   | 15  | 0   | 0   | 136 | 7   | 175 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 48  | 0   | 0   | 23  | 0   | 0   | 21  | 28  | 0   | 0   | 0   | 20   |    |
| 1956 | 04  | 0   | 70  | 0   | 0   | 0  | 63  | 284 | 80  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 60  | 43  | 0   | 0   | 0   | 103 | 0   | 0   | 0   | 0   | 53  | 100 | 83  | 0   | 81  | 0    |    |
| 1956 | 05  | 0   | 403 | 0   | 93  | 10 | 0   | 0   | 10  | 287 | 0   | 0   | 0   | 0   | 240 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 103 | 61  | 0   | 0   | 0   | 163 | 280 | 0   | 29  | 0    |    |
| 1956 | 06  | 255 | 0   | 110 | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 20  | 65  | 88  | 50  | 76  | 20  | 40  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |    |
| 1956 | 07  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 40  | 26  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 26  | 0   | 0   | 86  | 76  | 0    |    |
| 1956 | 08  | 220 | 0   | 0   | 155 | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |    |
| 1956 | 09  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 265 | 200 | 0   | 0   | 363 | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 200 | 0   | 0    |    |
| 1956 | 10  | 20  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 38  | 53  | 0   | 0   | 0   | 38  | 63  | 35  | 0   | 0   | 0   | 64  | 110 | 303  |    |
| 1956 | 11  | 13  | 0   | 0   | 0   | 30 | 0   | 0   | 0   | 0   | 85  | 140 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 49  | 62  | 482 | 0   | 770 | 9   | 0   | 0   | 0   | 0    |    |
| 1956 | 12  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 688 | 405 | 96  | 330 | 0   | 0   | 0   | 34  | 36  | 0   | 54  | 0   | 0   | 0   | 368 | 0   | 36  | 0   | 369 | 426 | 798 | 248 | 0   | 0   | 0    |    |
| 1957 | 01  | 358 | 37  | 0   | 11  | 0  | 449 | 72  | 0   | 110 | 25  | 170 | 386 | 154 | 41  | 138 | 585 | 0   | 135 | 415 | 356 | 0   | 200 | 162 | 0   | 204 | 290 | 0   | 17  | 0   | 25   |    |

Informações

\* Dados coletados pelo posto.

\*\* Coluna "Ano" representa o ano em que o dado foi coletado, a coluna "Mês" indica o mês da coleta e as 31 colunas seguintes, são os dias de cada mês.

Figura A.4: Janela auxiliar para visualização dos dados coletados de um posto.

original, para que o usuário possa identificar o posto. Esta tabela auxiliar, permite também que o usuário reordene os postos pela coluna selecionada sem alterar a tabela original. É muito efetiva, pois o usuário pode visualizar alterar os dados sem refletir na tabela original. As colunas que estão disponíveis para esta tabela auxiliar são Prefixo, Nome, Município, Bacia, Altitude, Latitude, Longitude, Ano Inicial, Ano Final, Intervalo e Consistência. A Figura A.5 mostra a tabela com os dados de altitude dos postos e a Figura A.6 mostra a mesma tabela, ordenada pelo índice.

**Dados selecionados na tabela principal:**

| Altitude | Índice |
|----------|--------|
| 1        | 802    |
| 10       | 776    |
| 10       | 833    |
| 10       | 871    |
| 10       | 883    |
| 10       | 931    |
| 10       | 1094   |
| 10       | 1113   |
| 10       | 1121   |
| 10       | 1135   |
| 10       | 1184   |
| 10       | 1186   |
| 100      | 939    |
| 100      | 1102   |
| 1000     | 450    |
| 1000     | 480    |
| 1010     | 40     |
| 1020     | 6      |

Marcar na tabela principal

Figura A.5: Tabela auxiliar carregada com a coluna de altitude.

Nas tabelas auxiliares é possível selecionar linhas como na tabela original e o botão "Marcar na tabela principal", seleciona as respectivas linhas selecionadas na tabela principal. O usuário pode combinar tabelas auxiliares de diferentes atributos, ordená-las e selecionar postos



| Altitude | Índice |
|----------|--------|
| 400      | 1      |
| 440      | 2      |
| 450      | 3      |
| 440      | 4      |
| 400      | 5      |
| 1020     | 6      |
| 840      | 7      |
| 610      | 8      |
| 720      | 9      |
| 620      | 10     |
| 750      | 11     |
| 680      | 12     |
| 590      | 13     |
| 890      | 14     |
| 740      | 15     |
| 850      | 16     |
| 870      | 17     |
| 950      | 18     |

Marcar na tabela principal

Figura A.6: Tabela auxiliar carregada com a coluna de altitude e ordenada pela coluna índice.

de interesse na tabela principal.

Essa são todas as funcionalidades da visualização "Tabela de Dados". Nas seção a seguir, teremos a visualização "Distribuição Espacial" descrita em detalhes.

### A.3 Distribuição Espacial

A visualização "Distribuição Espacial", utiliza a técnica orientada a pixel para exibir os dados na tela. Os pixels são posicionados na tela e baseados em coordenadas de latitude e longitude representando os postos de coleta dos dados. Um terceiro atributo é exibido, classificado por uma cor que pode ser escolhida pelo usuário. Esse atributo pode ser "Altitude", "Anos Coletados" (número de anos que ocorreu alguma coleta), "Anos com dados consistidos" (anos que possuem dados coletados com consistência). O usuário tem a opção de criar intervalos de valores e atribuir uma cor para cada intervalo. Baseado nessa configuração, o terceiro atributo (Altitude, Anos Coletados ou Anos com dados consistidos) é classificado e recebe a cor dada pelo usuário. A Figura A.7 mostra a tela inicial desta visualização.

O botão "Selecionar Arquivo", abre uma janela para que o usuário escolha o arquivo com os dados dos postos que deseja carregar na visualização. A Figura A.8 exibe a visualização com dados carregados.

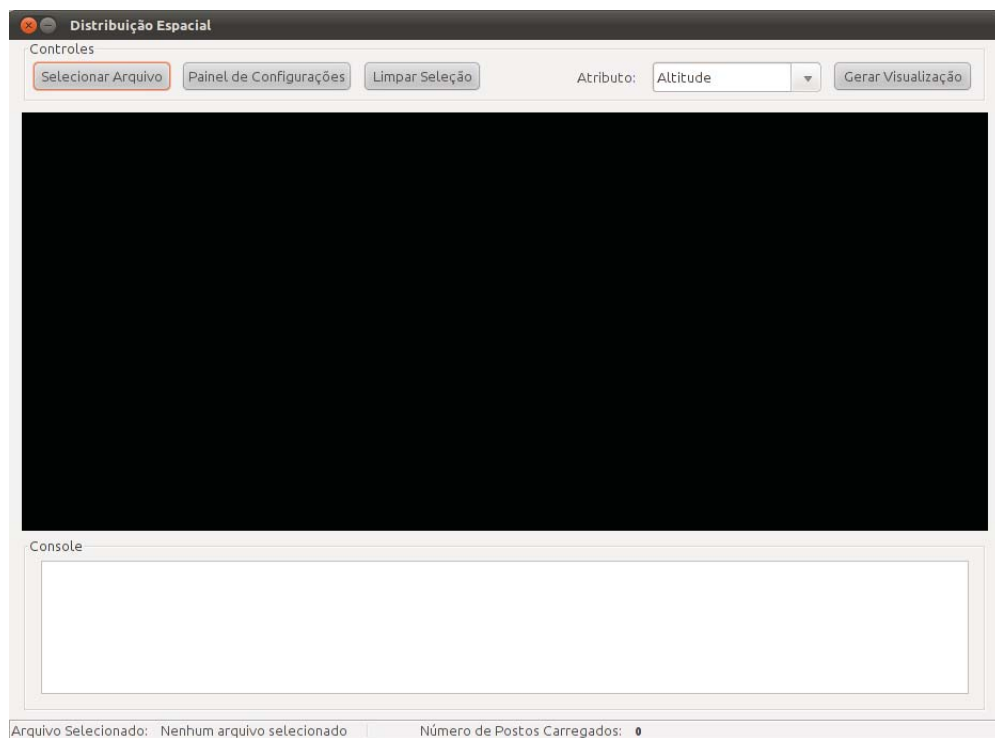


Figura A.7: Visualização "Distribuição Espacial" em seu estado inicial.

Ao passar com o mouse sobre os pontos da tela, as informações do posto representado pelo ponto são exibidas na área "Console". Clicando sobre os postos o usuário pode selecioná-los. A Figura A.8 mostra o posto de prefixo C5-116 com o nome de ESTANCIA ALVORADA com os dados carregados no console e selecionado na área de visualização. Como visto na figura o posto selecionado está contornado com a cor azul claro. Essa cor é configurável e será explicada a frente.

Na Figura A.8, os postos exibidos na visualização são classificados por cores, segundo o atributo selecionado pelo usuário. Na figura é possível ver no combo 'Atributo' que a opção selecionada foi "Altitude". Dessa forma, os postos impressos na visualização são classificados por esse atributo baseados em uma tabela de configuração que o usuário pode criar. Essa tabela de configuração pode ser acessada pelo botão "Painel de Configurações". A Figura A.9 mostra o exemplo de uma tabela de configuração preenchida. Na tabela de configuração, é permitido que o usuário salve uma configuração feita para carregá-la novamente posteriormente. Essas funcionalidades são encontradas nos botões "Salvar configuração atual" e "Carregar configuração" respectivamente. Na tabela abaixo, na tela de configuração, as colunas " $\leq$ " e " $\geq$ ", representam intervalos de valores que o usuário pode definir para o atributo que deseja classificar e a coluna cor, permite que ele selecione a cor na qual o atributo será impresso. A primeira linha da tabela

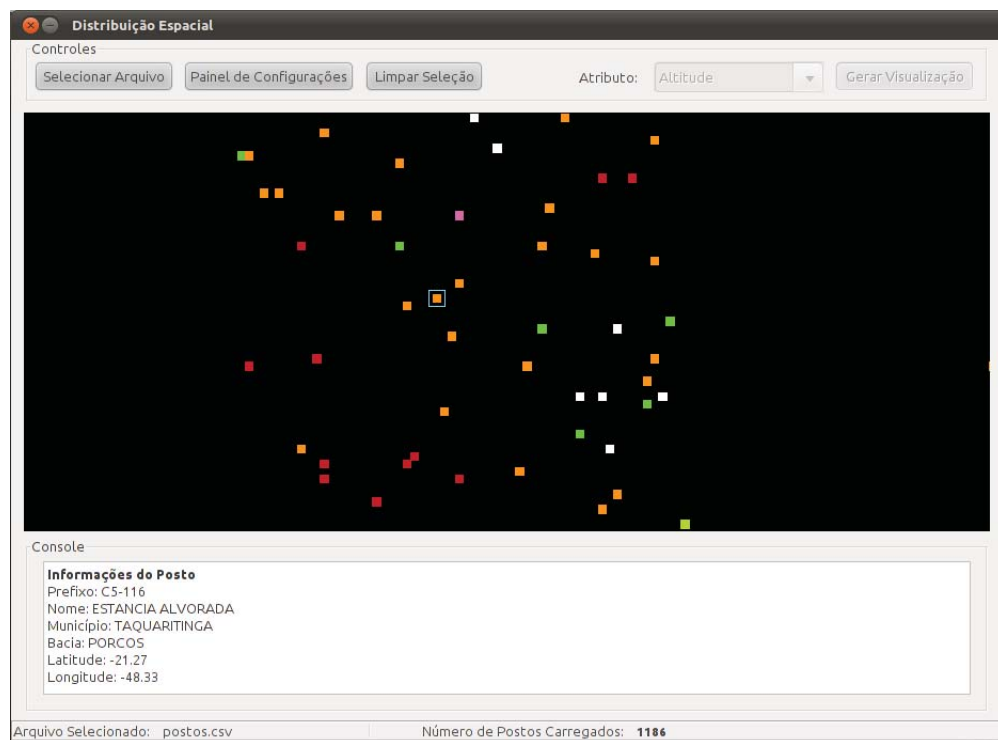


Figura A.8: Visualização "Distribuição Espacial" com dados carregados.

da Figura A.9 mostra um exemplo de um intervalo que vai de 0 a 100 e deve ser impresso na cor amarela.

**Configuração**

Intervalo de valores

Carregar configuração | Salvar configuração atual | Fechar

| maior | menor | Cor      |
|-------|-------|----------|
| 0     | 100   | Amarelo  |
| 101   | 200   | Púrpura  |
| 201   | 300   | Verde    |
| 301   | 400   | Ciano    |
| 401   | 500   | Vermelho |
| 501   | 600   | Laranja  |

Cor default: Verde | Cor da Seleção: Azul

A cor default será utilizada em todos os itens que não estiverem dentro de um dos intervalos estabelecidos na tabela de configuração acima.  
 A cor da seleção será utilizada quando um posto for selecionado.

Figura A.9: Tabela de configuração da visualização "Distribuição Espacial".

Abaixo da tabela de intervalos e cores, o campo "Cor default" serve para classificar qualquer dados que por ventura não esteja em nenhum dos intervalos definidos pelo usuário. O campo "Cor da seleção" permite que usuário configura qual cor deve ser utilizada quando ele clicar sobre um posto, para contorná-lo e indicar a seleção.

Ainda sobre as funcionalidades, na área de visualização, com o botão direito do mouse é possível arrastar a tela e mover-se entre os postos impressos. O botão de scroll do mouse, possui o efeito de zoom. É possível aproximar ou distanciar-se dos postos impressos.

## A.4 Dados de Chuva

A visualização "Dados de Chuva" tem o intuito de representar um dado em diferentes escalas temporais, característica das visualizações multi-escalas. Os dados coletados de um posto, são exibidos, em escalas diárias, mensais e anuais, seguindo a forma como foram coletados. A representação é dada em forma de colunas, onde cada coluna representa um ano coletado e as linhas são divididas da seguinte forma: as 12 primeiras linhas (no sentido de cima para baixo) representam os 12 meses do ano. As 12 linhas seguintes, representam o total mensal de dados de chuva. A linha seguinte (apenas uma) representa o total anual (soma dos totais mensais). As 12 primeiras linhas, são ainda subdivididas internamente em quadros, 7 na horizontal e 5 na vertical, totalizando 35 quadros com a finalidade de representar os dias do mês. Dessa forma, as linhas que representam o total mensal, são compostas pela soma dos dias de seu mês respectivo e a linha que representa o total anual é obtida através das somas dos totais mensais de um ano. A Figura A.10 mostra a visualização "Dados de Chuva" com sua tela inicial.

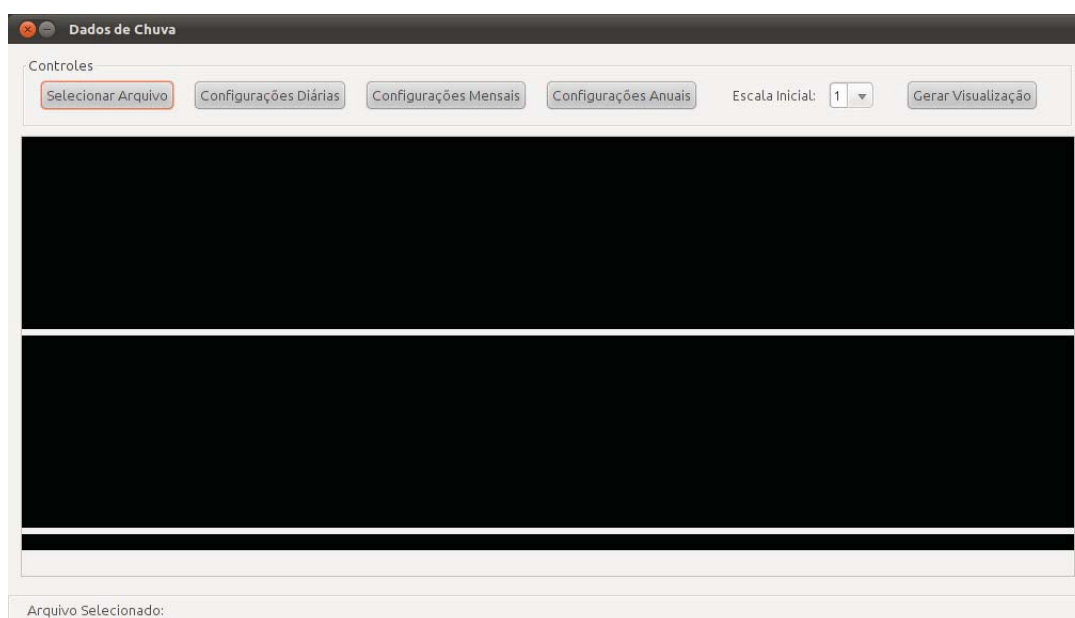


Figura A.10: Visualização "Dados de Chuva" em seu estado inicial.

O botão "Selecionar Arquivo" permite que o usuário selecione o arquivo com os dados coletados do posto que deseja visualizar. Nessa visualização é fornecida a capacidade de

configura da mesma forma que na visualização "Distribuição Espacial" e essa configuração é feita também pelas tabelas de intervalos e cores. Cada escala, diária, anual e mensal possui a sua própria tabela de configuração e podem ser acessadas pelos botões "Configurações Diárias", "Configurações Mensais" e "Configurações Anuais" respectivamente. As tabelas de configuração possuem as mesmas opções e funcionalidades, ou seja, é possível salvar a configuração, recarregá-la posteriormente, escolher as cores default para a classificação de atributos que não pertençam a nenhum intervalo e a cor de seleção. Veja na Seção A.3 uma explicação detalhada sobre o uso das tabelas de configuração.

O combo de "Escala Inicial" permite que o usuário selecione a escala dos dados impressos na tela. A escala varia de 1 até 5 e é ideal para se visualizaros dados na classificação diária por exemplo. A Figura A.11 mostra a visualização com os dados impressos na escala 1 e a Figura A.12 mostra a visualização com os dados impressos na escala 4.

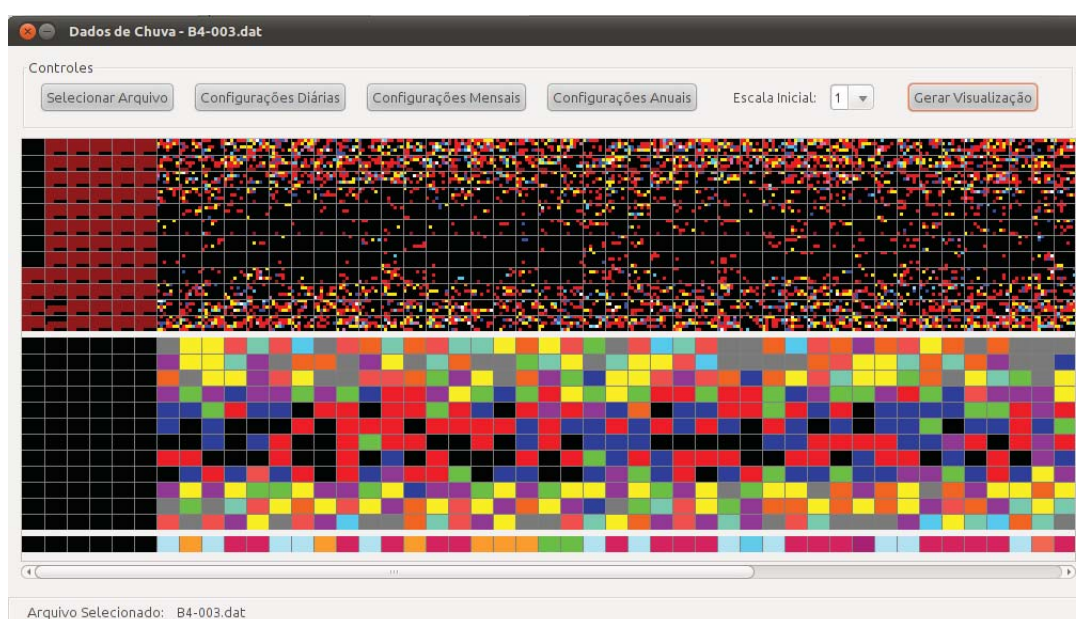


Figura A.11: Visualização "Dados de Chuva" com dados impressos na escala 1.

Mesmo depois de impresso em uma escala, esta opção estará disponível ao usuário e ele poderá selecionar outra escala e reimprimir os dados quantas vezes quiser.

Ao passar com o mouse sobre um dos dados impressos, é exibido um balão informativo com os dados do ponto sobre o mouse. A Figura A.13 mostra o mouse sobre um ponto na escala diária. O balão exibe o ano de 1957, representando que aquela coluna é referente a este ano, o mês 9, representando que a linha é referente ao mês nove e dia 9 também. O total, 64 é o total

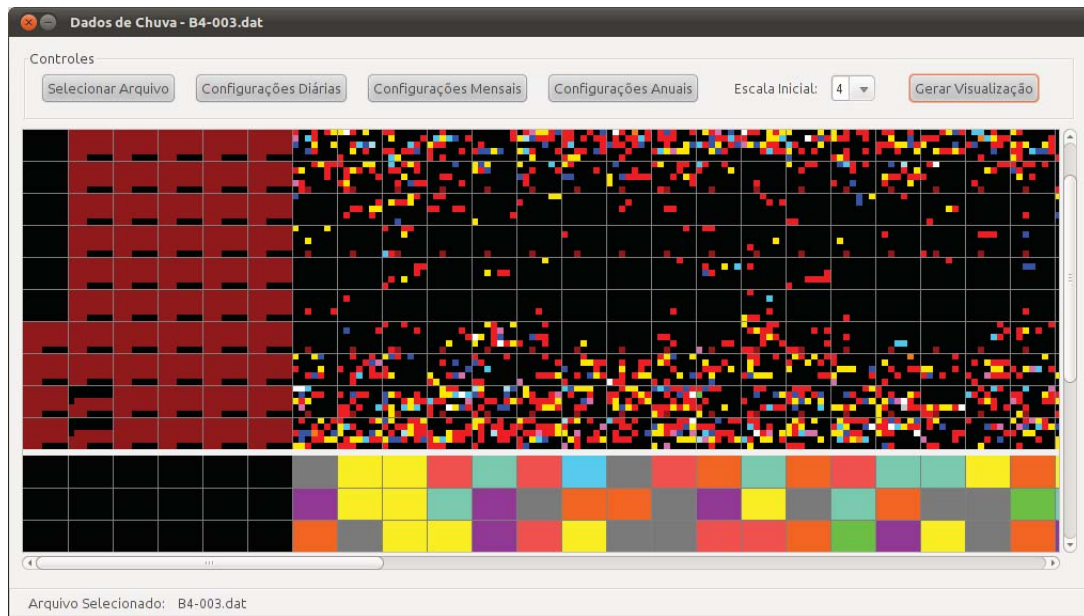


Figura A.12: Visualização "Dados de Chuva" com dados impressos na escala 5.

coletado por esse posto nesse dia. Na mesma coluna, abaixo na escala mensal, temos o balão referente ao mês 9, exibindo o seu total 1081, resultante da soma de todos os dias de coleta do mês. Abaixo, na escala anual, temos o balão com o total anual 16694 referente a soma de todos os meses do ano de 1957.

Podemos observar ainda, que os pontos mensal e anual estão selecionados (contornados pela cor amarela). Esta seleção pode ser feita utilizando o mouse e clicando sobre o ponto. A cor é configurável através da tabela de configuração. Quando um ponto é selecionado, o balão que exibe suas informações é fixo e o botão de fechar aparece no canto superior direito.

## A.5 Criando ações coordenadas

Apesar da configuração de ações coordenadas fazer parte da plataforma Infovis, é pertinente que fossem explicados todas as visualizações implementadas antes, uma vez que se faz necessário duas visualizações para que se possa constituir uma ação coordenada. A Figura A.14 mostra a área de ações coordenadas da plataforma infovis.

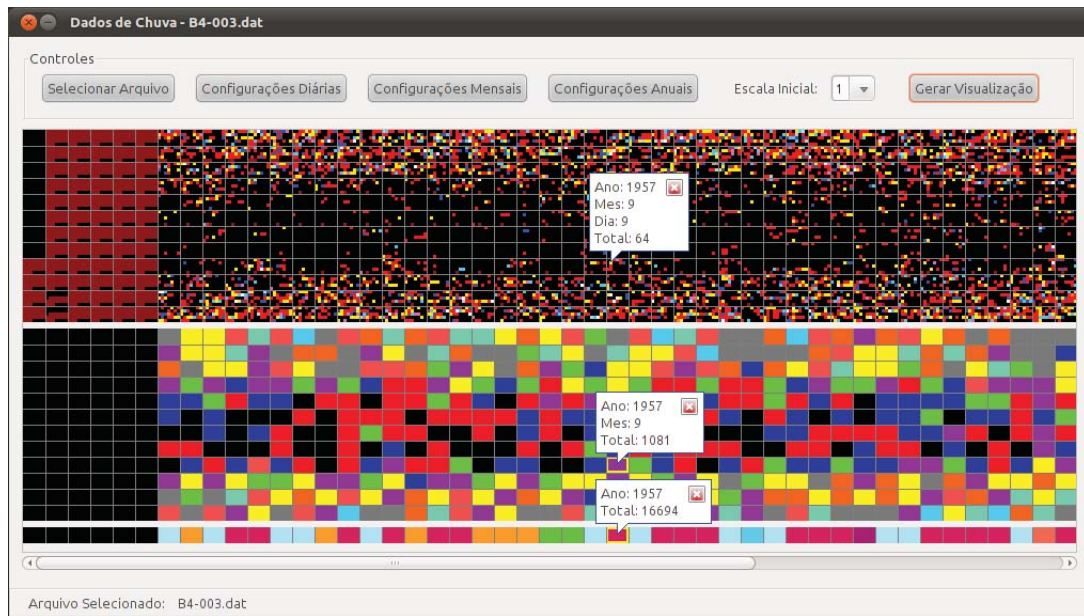


Figura A.13: Visualização "Dados de Chuva" com postos selecionados e balões de dados exibidos.

Figura A.14: Área para criação de ações na plataforma Infovis.

Na plataforma Infovis, quando duas visualizações estiverem carregadas, para criar uma ação coordenada basta selecionar o primeiro componente. A plataforma automaticamente disponibilizará no segundo combo os componentes que possuem ações coordenadas correspondentes. Quando o usuário selecionar o segundo componente para a ação, a plataforma irá disponibilizar no combo de ações, as ações disponíveis. A Figura B.2 exibe a a plataforma com duas visualizações selecionadas e mais uma ação. Clicando no botão "Registrar" é possível ver na tabela acima ainda na Figura B.2 que a ação foi criada.

Vamos agora exemplificar a execução de uma ação coordenada, no caso a ação "Selecionar" da visualização "Distribuição Espacial" para a visualização "Dados de Chuva". Na Figura A.16 temos a visualização "Distribuição Espacial" com os dados carregados, com zoom em uma região e um posto selecionado. No momento em que o posto é selecionado, a ação de seleção é verificada como registrada e é propagada para o componentes na qual deve incidir, no nosso exemplo a visualização "Dados de Chuva". A Figura A.17 mostra a visualização "Dados de Chuva" com os dados do posto X carregados. Neste exemplo, quando um posto foi

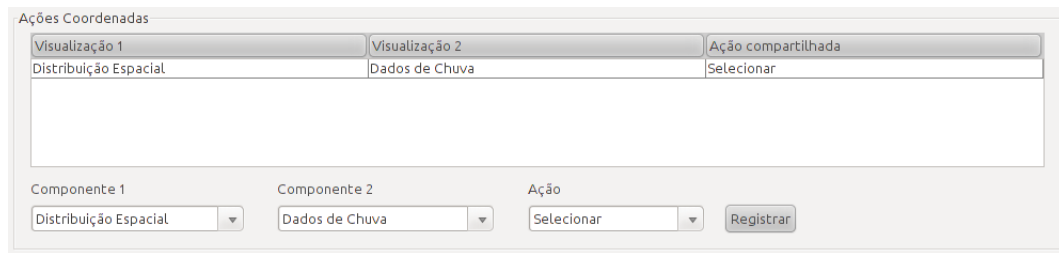


Figura A.15: Área para criação de ações na plataforma Infovis com componentes selecionados e uma ação criada.

selecionado na visualização "Distribuição Espacial", seus dados específicos puderam ser vistos na visualização "Dados de Chuva". Esse é o maior intuito das visualizações com múltiplas ações coordenadas: combinar as visualizações para extrair os pontos fortes de cada uma e maximizar o ganho nos resultados de extração de informação de interesse sobre os dados brutos.



Figura A.16: Visualização "Distribuição Espacial" com um posto selecionado na ação.

## A.6 Histórico de ações

Por fim, a plataforma Infovis armazena as ações executadas pelo usuário como iniciar uma visualização, criar uma ação coordenada, executar uma ação coordenada. Esse histórico de ações pode ser visto na Figura A.18. A plataforma provê mecanismos para salvar o histórico de

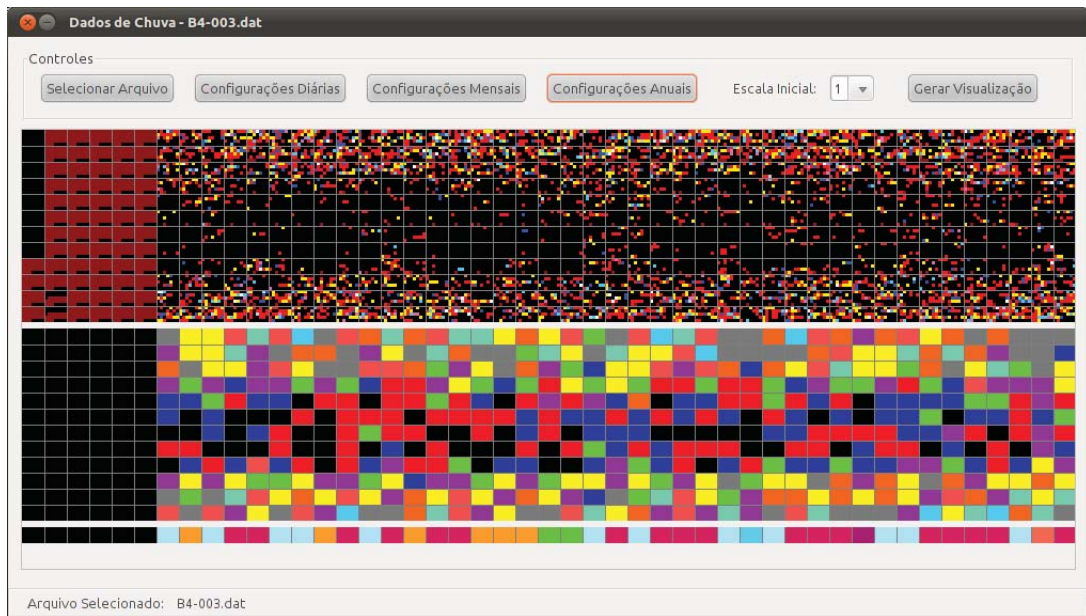


Figura A.17: Visualização "Dados de Chuva" com dados carregados pela ação refletida.

ações executadas para que essas possam ser repetidas posteriormente, melhoradas, refinadas ou mesmo descartadas se identificadas como ineficientes.

| Histórico de Ações Realizadas                                                                                 |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Ação Executada                                                                                                |  |
| Fechou visualização "Dados de Chuva"                                                                          |  |
| Iniciou visualização "Distribuição Espacial"                                                                  |  |
| Iniciou visualização "Tabela de Dados"                                                                        |  |
| Fechou visualização "Tabela de Dados"                                                                         |  |
| Iniciou visualização "Dados de Chuva"                                                                         |  |
| Criou ação coordenada "Selecionar" entre "Distribuição Espacial" e "Dados de Chuva"                           |  |
| Ação coordenada "Selecionar" executada de "Distribuição Espacial" para "Dados de Chuva" com os dados (B4-003) |  |

Figura A.18: Tabela de histórico da plataforma Infovis.

O botão "Limpar", limpa a tabela do histórico, retornando-a ao seu estado inicial. O botão "Salvar" permite que o usuário crie um arquivo com as ações executadas.

## ***APÊNDICE B – Manual do desenvolvedor***

Esta seção irá abordar a plataforma sob aspectos de desenvolvimento, aprofundando a visão técnica com detalhes de implementação e funcionamento da plataforma.

### **B.1 Estrutura da plataforma**

A plataforma foi dividida em duas partes, o núcleo básico e o núcleo funcional. O núcleo básico é composto pelos componentes básicos do core da plataforma (veja mais no Capítulo 3). O núcleo funcional é composto pelas visualizações e outros componentes que podem ser implementados, baseados no protocolo de comunicação com o núcleo básico e que são acoplados a plataforma.

Cada componente do núcleo básico (gerenciador de interface (acesso), gerenciador de componentes (integração), gerenciador de ações (coordenação) e gerenciador de históricos (monitoramento)) foi implementado como uma classe java distinta. A classe "FormMain.java" é a classe inicial do projeto. Quando ele é executado, essa classe carrega um formulário inicial que é exibido ao usuário. O formulário pode ser visto na Figura B.1.

Este formulário faz chamadas aos componentes do núcleo básico, por exemplo, quando uma nova visualização é iniciada através do menu principal da aplicação. A classe FormMain chama o gerenciador de componentes do núcleo básico para que ele carregue a visualização e em seguida, invoca o gerenciador de interface para que ele solicite a visualização que ela exiba sua interface ao usuário. O gerenciador de componentes, no momento em que carrega a visualização, mantém uma referência dessa visualização em uma lista. Toda referência que é feita pelo core às visualizações, utiliza essa lista de componentes ativos do gerenciador de componentes.

Da mesma forma, quando o usuário registra uma ação coordenada entre duas visualizações, a classe FormMain aciona o gerenciador de ações para disponibilizar as visualizações que pos-

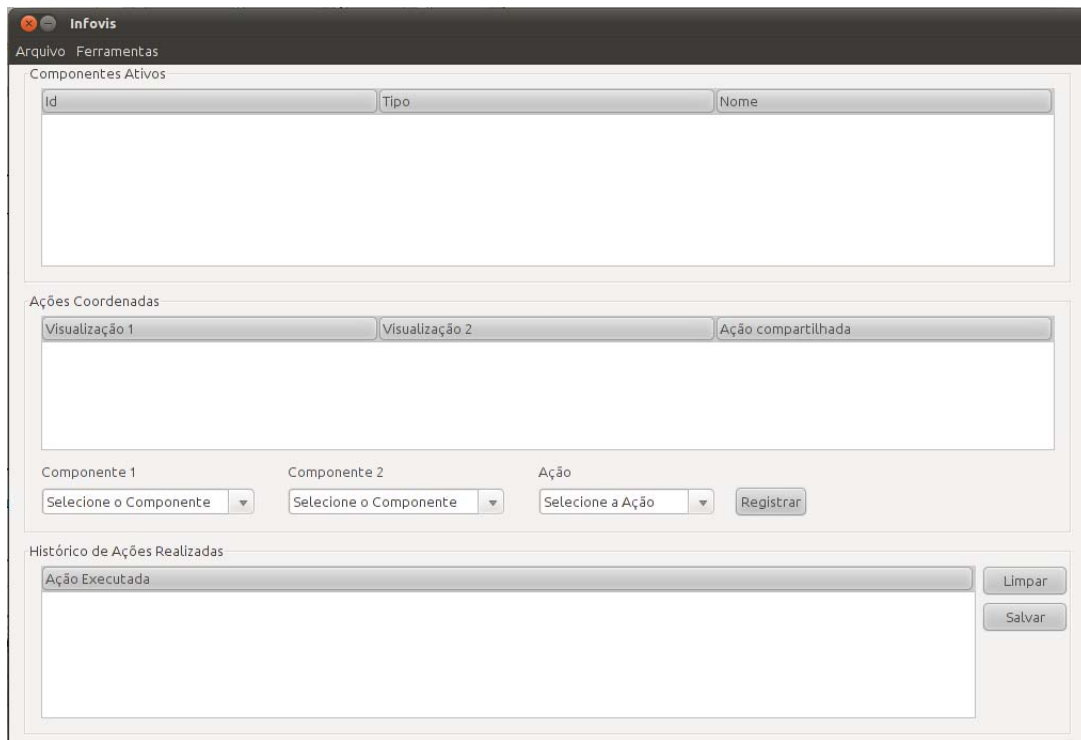


Figura B.1: Tela inicial da plataforma Infovis.

suem ações coordenadas no combo de seleção do componente 1. Quando o usuário seleciona o primeiro componente, o gerenciador de ações é acionado novamente para listar os componentes que possuem ações coordenadas disponíveis, exceto o componente selecionado como componente 1 na área de ações. Quando o usuário seleciona o componente 2, o gerenciador de ações carrega no combo "Ações" as ações disponíveis e existentes nos dois componentes. Se um dos componentes implementa somente a ação de selecionar e o outro componente implementa a ação de selecionar e destacar, então somente a ação de selecionar será exibida no combo. A Figura B.2 mostra a área de ações da plataforma.

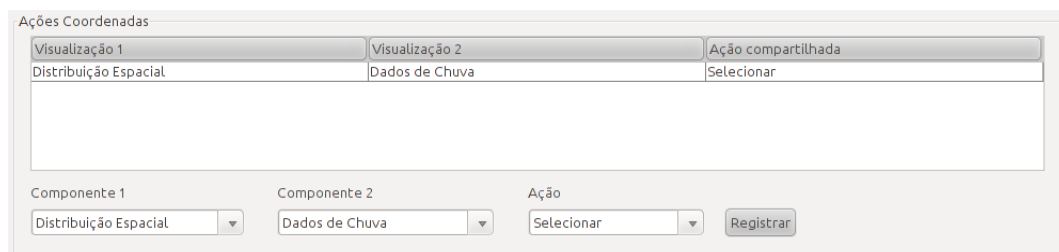


Figura B.2: Área para criação de ações na plataforma Infovis com componentes selecionados e uma ação criada.

Todas as ações são registradas pelo gerenciador de históricos, dessa forma, quando o usuário executa [alguma ação na classe FormMain, ela invoca o gerenciador de históricos para registrar a ação. O gerenciador de históricos possui uma lista de mensagens disponíveis. Quando um componente deseja registrar uma ação, basta acessar a classe do gerenciador de históricos e ele terá uma lista de mensagens disponíveis. Um exemplo de mensagem pode ser "Iniciou visualização Distribuição Espacial" ou "Fechou visualização Distribuição Espacial". A primeira mensagem e a segunda podem ser acessadas diretamente na classe com as seguintes linhas de código respectivamente.

```
Core.history.registerAction(Core.history.MSG_OPEN, "Distribuição Espacial");  
Core.history.registerAction(Core.history.MSG_CLOSE, "Distribuição Espacial");
```

Observe no trecho de código acima a variável Core. Ela possui uma referência para cada componente do núcleo básico. Assim não é necessário instanciar os componentes do núcleo básico. Basta incluir o pacote Core e utilizar qualquer componente do núcleo sem a necessidade de instanciá-lo.

## **B.2 Criando uma nova visualização**

Para implementar um novo componente funcional, uma visualização por exemplo, é necessário que este componente atenda a alguns requisitos para se comunicar com o núcleo funcional da plataforma. Esses requisitos consistem em uma espécie de protocolo composto por um conjunto de funções que devem ser implementadas para que a visualização possa enviar, receber e funcionar baseado no core da plataforma. A Tabela B.1 apresenta os métodos que devem ser implementados e suas descrições.

## B.3 Incluindo uma nova visualização na plataforma

O gerenciador de interfaces carrega um menu de opções com os componentes funcionais implementados. Esse menu é carregado a partir de um arquivo XML. Veja abaixo um exemplo de um arquivo XML implementado.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<menuBar>
  <menu text="Ferramentas">
    <item text="Distribuição Espacial" action="SpatialDistribution" />
    <item text="Tabela de dados" action="TableData" />
    <item text="Dados de Chuva" action="RainData" />
  </menu>
</menuBar>
```

A tag *menu* identifica um novo item no menu superior. Cada tag *item* identifica um subitem do menu. As propriedades *text* de ambas as tags, especificam o texto que será mostrado ao usuário. A propriedade *action* das tags *items*, deve conter o nome da classe principal de cada componente funcional implementado. Veja na Figura B.3 o menu montado a partir do arquivo XML acima.



Figura B.3: Menu exibido ao usuário, baseado no arquivo XML.

Tabela B.1: Métodos necessários para a comunicação entre um componente funcional e a arquitetura.

| <b>Método</b>       | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| showGUI             | O componente funcional deve implementar nesse método, os comandos necessários para exibir sua interface gráfica ao usuário. Depois que o componente for carregado pela aplicação, esse método será invocado pelo gerenciador de interfaces para que sua interface seja exibida.                                                                                                                                                                                                                    |
| setId               | O componente funcional deve implementar esse método para receber seu identificador (id) único, gerado pelo gerenciador de componentes no momento em que este é carregado. O gerenciador de componentes pode se referenciar ao componente funcional baseando-se em seu id.                                                                                                                                                                                                                          |
| getId               | Neste método, o componente funcional deve retornar seu identificador, quando solicitado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| getApplicationTitle | O componente funcional deve implementar esse método, retornando seu Título. Esse título será exibido em diversos locais dentro da plataforma implementada e o usuário terá esse título como base para identificar o componente funcional nos elementos do programa (menus e tabelas).                                                                                                                                                                                                              |
| getActions          | O componente funcional deve retornar uma lista com todas as ações que ele implementa. Por exemplo, se o componente implementa a ação de selecionar dados, ele deverá retornar uma lista contendo essa ação. A gerenciador de ações invoca esse método ao componente para ter conhecimento de suas ações disponíveis e integrá-lo à plataforma.                                                                                                                                                     |
| setAction           | Quando o usuário seleciona dois componentes e assina uma ações coordenada entre eles, o gerenciador de ações informa informa os componentes envolvidos, setando as ações através deste método.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| removeAction        | Quando o usuário remove uma ação ou quando um componente é fechado, o gerenciador de ações utiliza esse método para remover as ações assinadas para este componente, caso elas existam.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| processEvent        | Este método não é chamado pelo núcleo básico da plataforma, porém é sugerido que ele seja implementado e sua função é verificar se um evento disparado pelo usuário no componente está entre as ações coordenadas setadas pelo usuário. No método setAction, descrito anteriormente, o componente recebe a informação que uma de suas ações está registrada e deve ser propagada para o gerenciador de ações, para que ele, por sua vez, propague para o componente que deve ter a ação refletida. |
| doAction            | Através deste método, o gerenciador de ações informa ao componente que ele deve refletir uma ação que foi realizada por outro componente. Este método deve receber do gerenciador de ações, a ação que foi executada no no outro componente e que ele deverá executar também(refletir) e os dados envolvidos na ação. Dessa maneira, ele executa a ação com o mesmo conjunto de dados.                                                                                                             |