

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE INFORMÁTICA  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**Douglas Souza Gazineu**

**VISDAMAGE  
Ferramenta de Mineração Visual de Dados Aplicada à Gerência de  
Redes**

Porto Alegre

2007

**Douglas Souza Gazineu**

## **VISDAMAGE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

**Orientador: Prof. Dr. Márcio Sarroglia Pinho**

Porto Alegre

2007

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os professores da PUCRS/FACIN por seus ensinamentos e contribuições para a minha formação.

Agradeço ao meu orientador, Professor Márcio Pinho, pela orientação e paciência no processo de me auxiliar com esse objetivo.

Agradeço a todos os meus colegas de turma. Cada um de vocês que compartilhou essa caminhada comigo faz parte dessa vitória.

Agradeço a meu gerente, Maurício, e meus colegas de trabalho, principalmente a Afrânio e Elizandro, pelo ambiente de respeito e amizade que contribuíram para atingir essa etapa da minha vida.

Agradeço a minha mãe Alaíde e meu pai Gilmar, pelos momentos de apoio e ações que incentivaram a me tornar na pessoa que sou hoje.

Por fim, agradeço a pessoa mais importante da minha vida, minha esposa Adelita. Você é a melhor companheira e amiga que eu poderia querer. Sem a sua ajuda e apoio eu certamente não teria conseguido chegar aqui. Obrigado por fazer parte da minha vida e me deixar fazer parte da sua. Eu te amo. Muito.

A imaginação é mais importante que o conhecimento.

**Albert Einstein**

## RESUMO

A gerência de redes é uma área abrangente e de vital importância no cenário mundial globalizado, e que proporciona grandes desafios na atualidade. O gerenciamento envolve o monitoramento de características operacionais da rede em funcionamento, para detectar, diagnosticar e mitigar falhas e anomalias, identificar tendências de comportamento e atuar sobre a rede, sempre com o objetivo de garantir a funcionalidade dos serviços prestados.

Destaca-se, na gerência de redes, a necessidade de obtenção de tantos dados operacionais dos elementos quanto possíveis. Cada ponto de acesso em uma rede de telecomunicações gera continuamente esses dados, o que mesmo em uma rede pequena já é suficiente para gerar milhares de unidades de informação ao dia.

A rápida análise, descoberta de características e de tendências das redes em operação torna-se, então, fator estratégico para o sucesso dos negócios de telecomunicações.

O presente trabalho consiste na análise de soluções comuns para análise e correlacionamento visual em sistemas de gerência de redes, apresentando uma proposta de sistema de informação para viabilizar a interpretação gráfica e exploração desses dados de gerenciamento das redes de telecomunicações, através da utilização de técnicas de Mineração Visual de Dados.

Palavras-chave: Rede. Telecomunicações. Gerenciamento. Mineração de Dados, Mineração Visual de Dados.

## **ABSTRACT**

The management of networks is a broad area that provides great challenges at the present time in the globalization scene to market areas that depend on these same networks. The management involves monitoring of network operational characteristics in order to detect, diagnose and remedy failures and anomalies, identify behavior trends and act on the network, always with the goal of ensuring the functionality of the services provided.

There is, in network management, the need to obtain as much as possible operational data of the elements. Each point of access to a telecommunications network continuously generates such data, which even in a small network is enough to generate thousands of units of information daily.

The fast analysis, discovery of facts and trends of operating networks reveals itself as a strategic issue for telecommunications business success.

This work consists in the analysis of common solutions to analysis and visual mapping of network management systems, presenting a proposal for a information system to facilitate the interpretation and use of such data graphical management of telecommunications networks through the use of techniques of Visual Data Mining.

Keywords: Network. Telecommunication. Management. Data Mining. Visual Data Mining.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Árvore da base de informações de gerenciamento.....  | 19 |
| Figura 2 - Representação de uma topologia de rede .....   | 20 |
| Figura 3 - Sistema de gerência com menus de contexto .....  | 20 |
| Figura 4 - Uso de canais de rede em função do tempo.....  | 21 |
| Figura 5 - SAS <i>Forecast</i> ® – Integrante do pacote SAS <i>Enterprise Miner</i> .....             | 29 |
| Figura 6 - Representação visual de três dimensões de dados.....                                       | 32 |
| Figura 7 - Representação por pixels de atributos do mesmo dado .....                                  | 34 |
| Figura 8 - Visualização com Coordenadas Paralelas - Ferramenta VisEd.....                             | 35 |
| Figura 9 - Visualização com Faces de Chernoff - Ferramenta VisEd.....                                 | 36 |
| Figura 10 - Visualização por codificação de forma.....  | 37 |
| Figura 11 - Representação do GGobi pelo método de Coordenadas Paralelas .....                         | 38 |
| Figura 12 - Representação de dados com o método de <i>star glyphs</i> .....                           | 39 |
| Figura 13 - Tela da ferramenta VisDB.....   | 40 |
| Figura 14 - Diagrama E-R do Netmetric .....   | 43 |
| Figura 15 - Representação de perda de pacotes pela altura .....                                       | 45 |
| Figura 16 - Escala de cores.....  | 46 |
| Figura 17 - Representação de variação de atraso na comunicação ( <i>jitter</i> ) .....                | 46 |
| Figura 18 - Representação de variação do <i>jitter</i> com o tempo .....                              | 46 |
| Figura 19 - Representação de variação com o tempo para uso da interface e atraso na comunicação ..... | 47 |
| Figura 20 - Representação de atraso na face superior do ícone 3D .....                                | 47 |
| Figura 21 - Ícone consolidado representando múltiplas dimensões de dados .....                        | 48 |
| Figura 22 - Sistema representando dados meteorológicos .....  | 50 |
| Figura 23 - Hierarquia de funções do VisDamage.....   | 51 |
| Figura 24 - Apresentação inicial da interface do VisDamage .....                                      | 52 |
| Figura 25 - Dicas visuais de valores máximos .....  | 54 |
| Figura 26 - Detalhamento dos dados de um ícone.....   | 55 |
| Figura 27 - Gráfico Individual .....  | 55 |
| Figura 28 - Seleção de gráficos para comparação.....  | 56 |
| Figura 29 - Comparação <i>split-screen</i> normalizada.....   | 57 |
| Figura 30 - Comparação <i>split-screen</i> não-normalizada.....                                       | 57 |
| Figura 31 - Comparação de estatísticas sobrepostas .....  | 58 |
| Figura 32 - Gráfico com escala de zero ao máximo do período.....                                      | 58 |
| Figura 33 - Gráfico com escala do mínimo ao máximo do período .....                                   | 59 |
| Figura 34 - Ícone com escala de zero ao máximo do período.....  | 59 |
| Figura 35 - Ícone com escala do mínimo ao máximo do período.....                                      | 60 |
| Figura 36 - Controle de data e hora .....   | 60 |
| Figura 37 - Controle de período com uso do mouse .....  | 61 |
| Figura 38 - Controle de atualização automática.....   | 61 |
| Figura 39 - Diagrama de Casos de Uso do VisDamage.....  | 64 |
| Figura 40 - Diagrama E-R do VisDamage.....  | 68 |
| Figura 41 - Dados de uma <i>probe</i> celular representada pelo VisDamage.....                        | 71 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Objetos da MIB-II .....   | 18 |
| Tabela 2 - Mapeamento de dados Netmetric x VisDamage .....                   | 44 |
| Tabela 3 - Descrição do Caso de Uso Ver Geral .....                          | 64 |
| Tabela 4 - Descrição do Caso de Uso Mostrar Ícone.....                       | 65 |
| Tabela 5 - Descrição do Caso de Uso Explodir Ícone .....                     | 65 |
| Tabela 6 - Descrição do Caso de Uso Mostrar Gráfico .....                    | 66 |
| Tabela 7 - Descrição do Caso de Uso Comparar Gráfico .....                   | 66 |
| Tabela 8 - Descrição do Caso de Uso Definir Período.....                     | 67 |
| Tabela 9 - Descrição do Caso de Uso Definir Controles .....                  | 67 |
| Tabela 10 - Dados de uma <i>probe</i> celular fornecidos pelo Netmetric..... | 70 |

## LISTA DE SIGLAS

DM - *Data Mining*  
E-R - Entidade-Relacionamento  
GPL - *General Public License*  
GNU - *GNU is Not Unix*  
IA - Inteligência Artificial  
ICMP - *Internet Control Message Protocol*  
IP - *Internet Protocol*  
ISO - *International Standardization Organization*  
KDD - *Knowledge Discovery in Databases*  
MD - Mineração de Dados  
MIB - *Management Information Base*  
MRTG - *Multi Router Tracer Grapher*  
MVD - Mineração Visual de Dados  
OID - *Object Identifier*  
OS - *Operating System*  
RFC - *Request for Comments*  
RMON - *Remote Network Monitoring MIB*  
RRDtool - *Round Robin Database Tool*  
SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados  
SMS - *Short Message System*  
SNMP - *Simple Network Management Protocol*  
TCP - *Transmission Control Protocol*  
UDP - *User Datagram Protocol*  
UML - *Unified Modeling Language*  
VDM - *Visual Data Mining*  
VoIP - Voz sobre IP

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>  | <b>11</b> |
| 1.1      | MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS DO TRABALHO                          | 11        |
| 1.1.1    | <b>Objetivo Geral</b>                                      | <b>13</b> |
| 1.1.2    | <b>Objetivos Específicos</b>                               | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>SISTEMAS DE GERÊNCIA DE REDES</b>                       | <b>15</b> |
| 2.1      | PROTOCOLOS SNMP E MIB                                      | 16        |
| 2.2      | FORMAS DE VISUALIZAÇÃO                                     | 19        |
| <b>3</b> | <b>MINERAÇÃO DE DADOS</b>                                  | <b>22</b> |
| 3.1      | DEFINIÇÃO DE MINERAÇÃO DE DADOS                            | 22        |
| 3.2      | TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS                             | 23        |
| 3.2.1    | <b>Árvores de Decisão</b>                                  | <b>25</b> |
| 3.2.2    | <b>Algoritmos Genéticos</b>                                | <b>25</b> |
| 3.2.3    | <b>Redes Neurais Artificiais</b>                           | <b>26</b> |
| 3.2.4    | <b>Tecnologia de Agentes</b>                               | <b>26</b> |
| 3.2.5    | <b>Modelo Híbrido</b>                                      | <b>27</b> |
| 3.2.6    | <b>Análise de Seleção Estatística</b>                      | <b>27</b> |
| 3.3      | FERRAMENTAS DE MINERAÇÃO DE DADOS                          | 28        |
| <b>4</b> | <b>MINERAÇÃO VISUAL DE DADOS</b>                           | <b>31</b> |
| 4.1      | TÉCNICAS DE MINERAÇÃO VISUAL DE DADOS                      | 32        |
| 4.1.1    | <b>Representação por <i>Pixels</i></b>                     | <b>33</b> |
| 4.1.2    | <b>Técnicas de Projeção Geométrica</b>                     | <b>34</b> |
| 4.1.3    | <b>Representação por Ícones</b>                            | <b>35</b> |
| 4.2      | FERRAMENTAS DE MINERAÇÃO VISUAL DE DADOS                   | 37        |
| <b>5</b> | <b>FERRAMENTA DESENVOLVIDA</b>                             | <b>41</b> |
| 5.1      | FONTE DE DADOS   | 41        |
| 5.2      | TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO APLICADAS                         | 44        |
| 5.2.1    | <b>Forma de apresentação dos dados de gerência de rede</b> | <b>45</b> |
| 5.3      | METADADOS  | 48        |
| 5.4      | FUNCIONALIDADES E INTERFACE                                | 50        |
| 5.4.1    | <b>Visão Geral da Topologia</b>                            | <b>52</b> |
| 5.4.2    | <b>Zoom de Ícone</b>                                       | <b>53</b> |
| 5.4.3    | <b>Visão Explodida</b>                                     | <b>54</b> |
| 5.4.4    | <b>Gráfico Individual</b>                                  | <b>54</b> |
| 5.4.5    | <b>Comparação <i>Split-Screen</i></b>                      | <b>55</b> |
| 5.4.6    | <b>Comparação Sobreposta</b>                               | <b>56</b> |
| 5.4.7    | <b>Seleção de Tempo</b>                                    | <b>60</b> |
| 5.4.8    | <b>Atualização Automática</b>                              | <b>61</b> |
| 5.5      | TECNOLOGIAS EMPREGADAS                                     | 62        |
| 5.6      | MODELAGEM DO SISTEMA                                       | 63        |
| 5.6.1    | <b>Diagrama de Casos de Uso</b>                            | <b>63</b> |
| 5.6.2    | <b>Descrição dos Casos de Uso</b>                          | <b>64</b> |
| 5.6.2.1  | UC1 – Ver Geral  | 64        |
| 5.6.2.2  | UC2 – Mostrar Ícone  | 65        |
| 5.6.2.3  | UC3 – Explodir Ícone                                       | 65        |
| 5.6.2.4  | UC4 – Mostrar Gráfico                                      | 66        |
| 5.6.2.5  | UC5 – Comparar Gráfico                                     | 66        |

|                   |   |            |
|-------------------|---|------------|
| 5.6.2.6           | UC6 – Definir Período.....                            | 67         |
| 5.6.2.7           | UC7 – Definir Controles.....                          | 67         |
| <b>5.6.3</b>      | <b>Diagrama E-R do Banco de Dados .....</b>           | <b>68</b>  |
| 5.7               | ESTUDO DE CASO .....                                  | 70         |
| <b>6</b>          | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                | <b>72</b>  |
| <b>APÊNDICE A</b> | <b>.....</b>  | <b>79</b>  |
| <b>A.1</b>        | <b>Introdução.....</b>                                | <b>82</b>  |
| A.1.1             | Organização do Documento.....                         | 82         |
| <b>A.2</b>        | <b>Requisitos e Instalação.....</b>                   | <b>84</b>  |
| A.2.1             | Servidor.....   | 84         |
| A.2.2             | Cliente .....   | 85         |
| <b>A.3</b>        | <b>Interface .....</b>                                | <b>87</b>  |
| <b>A.4</b>        | <b>Visão Geral.....</b>                               | <b>90</b>  |
| <b>A.5</b>        | <b>Zoom de Ícone .....</b>                            | <b>92</b>  |
| <b>A.6</b>        | <b>Visão Explodida.....</b>                           | <b>94</b>  |
| <b>A.7</b>        | <b>Comparações.....</b>                               | <b>95</b>  |
| A.7.1             | Comparação Split-Screen .....                         | 95         |
| A.7.2             | Normalização de Escalas.....                          | 96         |
| A.7.3             | Comparação Sobreposta .....                           | 97         |
| <b>A.8</b>        | <b>Gráfico Individual .....</b>                       | <b>100</b> |
| <b>A.9</b>        | <b>Seleção de Tempo e Atualização Automática.....</b> | <b>101</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Redes de telecomunicações são estruturas vitais e a cada dia mais complexas, necessárias para suportar a comunicação entre sistemas, entre as pessoas e sistemas, entre as pessoas e dentro das organizações. Em suma, são entidades onipresentes que servem para suportar serviços de voz, dados e aplicações das mais diversas, das quais todos dependem.

Para manter essas estruturas de rede em funcionamento, muitos são os desafios encontrados, dentre os quais destaca-se a administração e gerenciamento dos elementos ativos e passivos envolvidos. Exemplos de tarefas administrativas compreendem os processos de cópia de configurações – *backup* – e alterações de configurações da rede.

Os dados gerados nos processos de gerenciamento podem ser textuais, no caso de alarmes de falhas, ou representar grandezas escalares, no caso de contadores de tráfego, erros de interfaces, retransmissões, atrasos, taxas de perda e *jitter*<sup>1</sup>, para citar alguns.

Esse grande volume de informações de gerenciamento deve ser tratado e armazenado para manter o histórico de operação, possibilitando avaliar as condições qualitativas e quantitativas da rede.

### 1.1 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS DO TRABALHO

Os sistemas de visualização e alarmística<sup>2</sup> disponíveis atualmente exigem conhecimento especializado para a interpretação dos dados, não sendo adequados para grandes volumes de dados inter-relacionados, e limitam as dimensões de valores que podem ser exploradas em uma mesma tela, ou seja, permitindo o acesso a apenas pequenas porções da realidade de cada vez.

Com o objetivo de permitir acesso imediato e mais intuitivo a essa quantidade de dados que os sistemas de gerência de rede de telecomunicações

---

<sup>1</sup> Medida de variação do atraso entre os pacotes sucessivos de dados.

<sup>2</sup> O termo refere-se às notificações ou alarmes que são enviados pelos equipamentos ao sistema de gerência, na ocorrência de erros, anormalidades de funcionamento ou para notificação de eventos relevantes ao funcionamento do equipamento.

coletam, é preciso otimizar a interpretação dos dados de gerência. Para viabilizar o cruzamento de múltiplas métricas simultaneamente, contextualizando-as ainda em função do tempo, é necessária uma abordagem multidimensional, ou seja, a representação de várias grandezas na mesma tela.

A Mineração de Dados - ou MD - consiste em um processo de análise e exploração de grandes conjuntos de dados na procura de padrões e relacionamentos (HAN e KAMBER, 2001). Esse processo consiste nas etapas de exploração, definição de modelos ou padrões e validação.

A Mineração Visual de Dados - ou MVD - expande esse processo para viabilizar que os conjuntos de dados sob análise sejam representados graficamente através de figuras geométricas, *pixels* (cada um dos pontos de uma imagem), ícones e pela própria relação entre eles no campo visual (OLIVEIRA e LEVKOWITZ, 2003). Esse método viabiliza a representação multidimensional para análise dos dados de gerência das redes. Tanto no processo de MD quanto na MVD, os dados freqüentemente são agrupados por características comuns quando identificados padrões.

Resumindo, os sistemas de gerência de redes de telecomunicações possuem como principais deficiências no contexto de representação e análise:

- Dificuldade de estabelecimento de correlações e de exploração das métricas coletadas;
- Exigência de recursos especializados para análise dos dados coletados por esses sistemas e
- Capacidade restrita de apresentar quantidades massivas de informações.

A partir disto, objetivou-se a aplicação das técnicas de MVD para visualização dessas métricas, através da construção de um sistema capaz de permitir a visualização, exploração e descoberta de relações entre múltiplas dimensões de métricas coletadas por sistemas de gerência de redes de forma visual.

Além da área de gerência de redes, outras áreas do conhecimento, como a Medicina e a Física também lidam com grandes volumes de dados. Tendo isso em vista, o sistema construído leva em conta a possibilidade de ser utilizado para visualização de outros dados que não apenas os originários de sistemas de gerência de redes.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O propósito deste trabalho consiste em utilizar os conceitos de MVD para implementar uma interface gráfica para visualização e exploração de métricas de gerência de redes de telecomunicações.

As métricas utilizadas são capturadas por um sistema de gerência externo, com o objetivo de viabilizar análise de dados multidimensionais de performance e qualidade de serviço de uma rede de dados.

A implementação da interface gráfica foi concebida na forma de um sistema funcional de MVD para análise de redes de telecomunicações. Este sistema fornece capacidades de sumarização, agrupamento de variáveis monitoradas e de navegação que permitem efetuar um detalhamento dos dados quando requerido pelo operador.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Efetuar um comparativo entre as técnicas de MVD existentes para aplicação em Gerência de Redes;
- Apresentar o sistema de gerência de origem escolhido para os dados a serem analisados;
- Apresentar as métricas utilizadas como fonte de dados;
- Demonstrar as técnicas de sumarização de dados a serem empregadas no sistema;
- Discutir requisitos de interface e portabilidade de plataforma do protótipo;
- Detalhar as funcionalidades essenciais do sistema que permitem seu emprego como substituto de ferramentas de análise existentes;
- Modelar e construção um sistema capaz de permitir a visualização, exploração e descoberta de relações entre múltiplas dimensões de métricas de redes de forma visual.
- O trabalho foi estruturado da seguinte forma:
- No capítulo 2 são apresentados o ambiente da aplicação (sistemas de gerência de redes), suas necessidades e os principais problemas de visualização de informações encontrados neles;

- No capítulo 3 é apresentada a fundamentação teórica sobre Mineração de Dados;
- No capítulo 4 é apresentada a fundamentação teórica sobre Mineração Visual de Dados;
- No capítulo 5 é apresentada a ferramenta desenvolvida para solucionar o problema e
- No capítulo 6 são apresentadas as considerações sobre o trabalho efetuado e discutido o conhecimento que foi possível agregar a partir de sua utilização.

## 2 SISTEMAS DE GERÊNCIA DE REDES

Para realizar o gerenciamento de infra-estruturas de redes de dados, podem ser utilizados sistemas proprietários de monitoramento, mas para que seja possível a interoperabilidade entre estes sistemas e os elementos monitorados, devem ser estabelecidos padrões e protocolos específicos para essa finalidade. Atualmente existem dois principais padrões definidos:

- Protocolo de gerenciamento SNMP (A SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL..., 1990): o protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*) é o protocolo de gerência de redes TCP/IP adotado como padrão *de facto*. Ele é formado por um conjunto de padrões que inclui o protocolo de nível de aplicação, a especificação de estrutura dos dados a serem gerenciados, e um conjunto de objetos de dados gerenciados. Este protocolo já está na terceira versão, denominada SNMPv3 (INTRODUCTION AND APPLICABILITY STATEMENTS..., 2002).
- Protocolo de gerenciamento OSI: o conjunto de protocolos do modelo de gerenciamento OSI3 é conhecido como CMIP, ou *Common Management Information Protocol* (COMMON MANAGEMENT..., 1991). Devido à sua complexidade, e à melhor aderência do protocolo SNMP aos padrões do protocolo de rede TCP/IP, o protocolo OSI é pouco utilizado na prática, ficando restrito basicamente a um modelo teórico.

O sistema realizado neste trabalho está baseado em grande parte nos objetos que o protocolo SNMP permite gerenciar.

Além das famílias de protocolos descritas acima, destacam-se ainda o protocolo RMON (REMOTE NETWORK..., 2000) e syslog (THE BSD..., 2001). O protocolo RMON é utilizado para gerenciamento e tomada de ações remota, pela facilidade do agente de monitoração contido no próprio elemento também poder contar com regras de ações a serem tomadas quando da ocorrência de eventos. Em se tratando de sistemas dedicados para gerenciamento, na prática usa-se, para envio de notificações e alarmes, os protocolos RMON, SNMP ou syslog, enquanto

---

<sup>3</sup> OSI é acrônimo de *Open Systems Interconnection*, um padrão definido pela ISO (Instituição Internacional para Padronização) para redes de telecomunicações. Mais informações podem ser obtidas em <http://www.iso.org>.

para visualização de dados e configuração de elementos da rede, o RMON ou SNMP.

## 2.1 PROTOCOLOS SNMP E MIB

O protocolo SNMP utiliza os seguintes elementos no seu modelo de gerenciamento:

- Estação de Gerenciamento;
- Agente de Gerenciamento e
- Base de Informações Gerenciais (MIB).

A estação de gerenciamento é utilizada como interface para interação do operador com o sistema de gerenciamento de rede. Essa estação recebe as notificações dos elementos de rede quando da ocorrência de eventos significativos para o sistema. Também é a estação de gerenciamento que possui a tarefa de interrogar os elementos de rede por dados operacionais, como o tempo que o elemento está ativo, por exemplo.

O agente de gerenciamento reside no elemento gerenciado, e possui a incumbência de responder às interrogações da estação de gerenciamento, além de efetuar o envio das notificações de eventos para essa estação.

A base de informações gerenciais (*Management Information Base* ou MIB) é a representação de todos os objetos que podem ser acessados através do protocolo de gerenciamento em uso, no caso o SNMP. Ela contém basicamente as definições dos tipos de dados, permissões de escrita e leitura para determinado domínio de aplicação e uma hierarquia que permite sua organização. Além de MIB's definidas para gerenciamento de redes, existem também MIB's para gerenciamento de objetos de bancos de dados, sistemas operacionais e aplicações diversas.

As primeiras definições de objetos para gerenciamento de redes TCP/IP foram realizadas através do RFC 1155 (A SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL..., 1990), que conceitua definições de tipos de dados específicos para uso em rede, como tipos representando endereços IP e endereços de rede.

A base de informações de gerenciamento necessária para monitorar e controlar redes que utilizam o protocolo TCP/IP foi definida no RFC 1213 e é conhecida como MIB-II (MANAGEMENT INFORMATION BASE..., 1991).

A MIB-II é organizada através de uma arquitetura em árvore, usando um conjunto de características e elementos definidos na ISO ASN.1<sup>4</sup> para organizar as informações. A representação gráfica genérica desta árvore pode ser vista na Figura 1.

Cada dado disponibilizado na árvore é um nó que contém o identificador de objeto (OID), representado por uma seqüência de números separados por pontos e uma descrição textual do que o nó representa.

Por exemplo, este é o identificador do nó que contém a definição da MIB-II:

```
directory(1)
  identificador de objeto: 1.3.6.1.1.2.1
  descrição textual: { mgmt 1 }
```

Na Tabela 1 estão listados alguns objetos pertencentes aos grupos da MIB-II que são utilizados pelos sistemas de gerências de redes de telecomunicações TCP/IP. Os números entre parênteses representam o identificador do nó referente ao grupo.

---

<sup>4</sup> ASN.1 é o acrônimo de *Abstract Syntax Notation One* – Notação de Sintaxe Abstrata 1, que define uma linguagem abstrata formal para troca de mensagens entre aplicações. Para maiores informações pode-se consultar referência em <http://www.itu.int/ITU-T/asn1/>.

Tabela 1 - Objetos da MIB-II

| Grupo                         | Objeto            | Descrição  |
|-------------------------------|-------------------|--|
| System<br>(1.3.6.1.2.1.1)     | sysDescr          | descrição textual do sistema (inclui versão, hardware e sistema operacional)   |
|                               | sysObjectID       | objeto para identificação do vendedor  |
|                               | sysUpTime         | tempo decorrido desde a última reinicialização do elemento   |
|                               | sysContact        | texto de identificação do nome da pessoa de contato  |
|                               | sysServices       | serviços oferecidos pelo dispositivo   |
| Interfaces<br>(1.3.6.1.2.1.2) | ifNumber          | número de interfaces de rede presentes no elemento   |
|                               | ifIndex           | número indicando o índice da interface no elemento   |
|                               | ifDescr           | descrição da interface   |
|                               | ifType            | tipo da interface  |
|                               | ifMtu             | tamanho do maior datagrama IP que pode ser transmitido ou recebido sem fragmentação                                    |
|                               | ifAdminStatus     | status administrativo da interface   |
|                               | ifOperStatus      | status operacional da interface  |
|                               | ifLastChange      | hora em que a interface alterou seu status para o status atual   |
|                               | ifOutOctets       | número total de octetos enviados pela interface  |
|                               | ifInOctets        | número total de octetos recebidos pela interfaces  |
| IP<br>(1.3.6.1.2.1.4)         | ipForwarding      | indica se a entidade é um gateway IP   |
|                               | ipInReceives      | número total de datagramas recebidos pelas interfaces, incluindo os que foram recebidos com erro.                      |
|                               | ipInHdrErrors     | número de datagramas recebidos e descartados devido a erros no cabeçalho IP  |
|                               | ipInAddrErrors    | número de datagramas recebidos e descartados devido a erros no endereço IP   |
|                               | ipReasmOKs        | número de datagramas IP remontados com sucesso   |
|                               | ipRouteMask       | máscara de sub-rede da entidade  |
| ICMP<br>(1.3.6.1.2.1.5)       | icmpInMsgs        | número total de mensagens ICMP recebidas pelo elemento   |
|                               | icmpOutMsgs       | número total de mensagens ICMP enviadas pelo elemento  |
| TCP<br>(1.3.6.1.2.1.6)        | tcpMaxconn        | número máximo de conexões TCP que a entidade suporta   |
|                               | tcpCurrentEstab   | número de conexões TCP que estão estabelecidas ou em fase de estabelecimento   |
|                               | tcpInSegs         | número total de segmentos recebidos incluindo os recebidos com erro  |
|                               | tcpConnRemAddress | contém o endereço remoto IP para uma conexão TCP estabelecida ou em fase de estabelecimento                            |
|                               | tcpInErrs         | número de segmentos descartados devido a erro no formato   |
|                               | tcpOutRsts        | número de reinicializações de transmissão  |
|                               | tcpRetransSegs    | número total de segmentos retransmitidos   |
| UDP<br>(1.3.6.1.2.1.7)        | udpInDatagrams    | número total de datagramas UDP recebidos e entregues à aplicação   |
|                               | udpNoPorts        | número total de datagramas UDP recebidos para os quais não existe aplicação para a porta de destino indicada no pacote |

|                 |  |
|-----------------|--|
| udpInErrors     | número de datagramas UDP recebidos que não podem ser entregues por outras razões exceto por "udpNoPorts" |
| udpOutDatagrams | número de datagrama UDP enviados por esta entidade   |
| udpLocalPort    | número local da porta UDP de uma aplicação   |

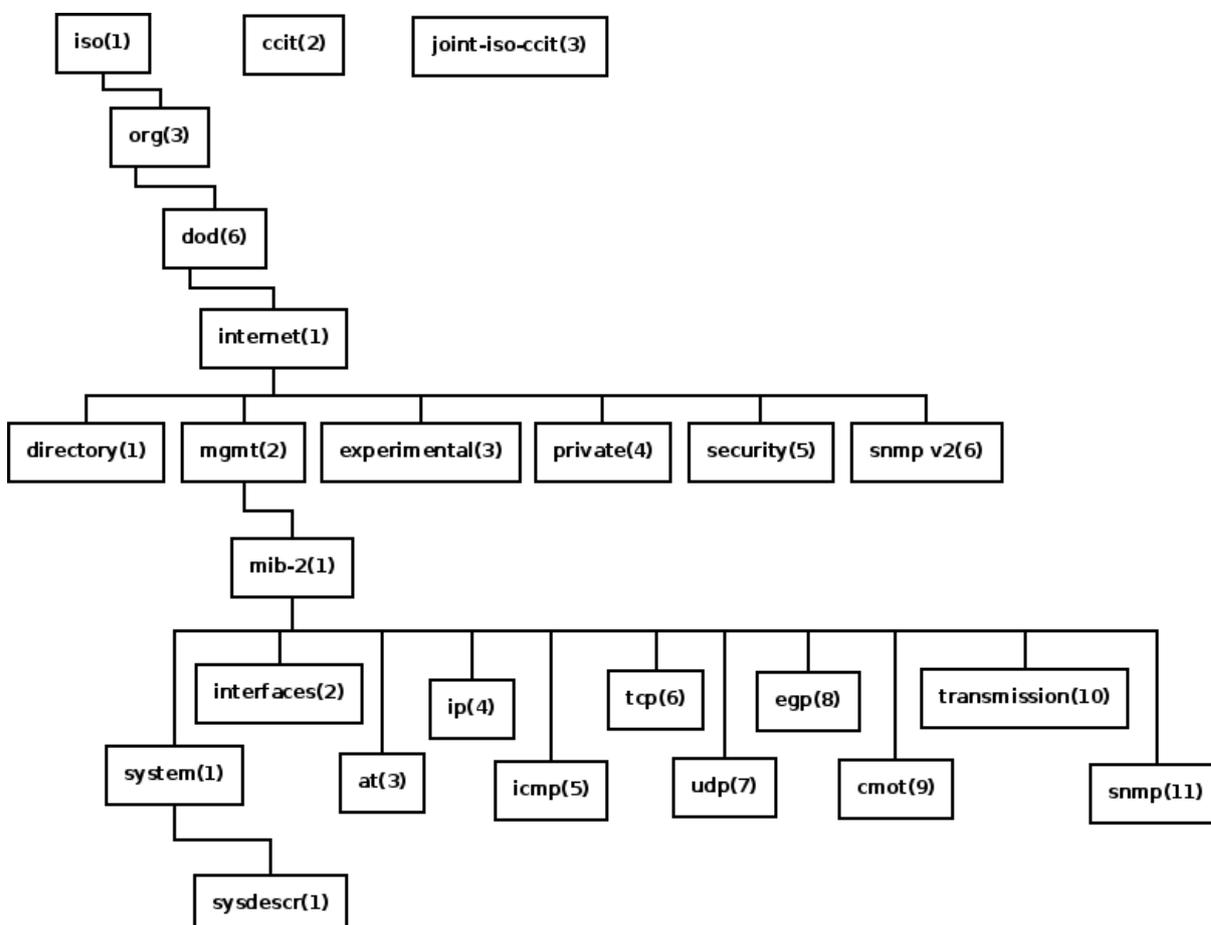


Figura 1 - Árvore da base de informações de gerenciamento  
Fonte: adaptada de Blank-Edelman (2000)

## 2.2 FORMAS DE VISUALIZAÇÃO

Emprega-se geralmente a utilização de sistemas de visualização com mapas de topologia (representação visual da estrutura lógica de conexões de uma rede, exemplificada na Figura 2), com ícones representando os elementos gerenciados, tendo a indicação de alarmes pela cor do ícone e permitindo acesso às estatísticas individuais dos elementos gerenciados por intermédio de menus de contexto, como se pode ver na Figura 3.

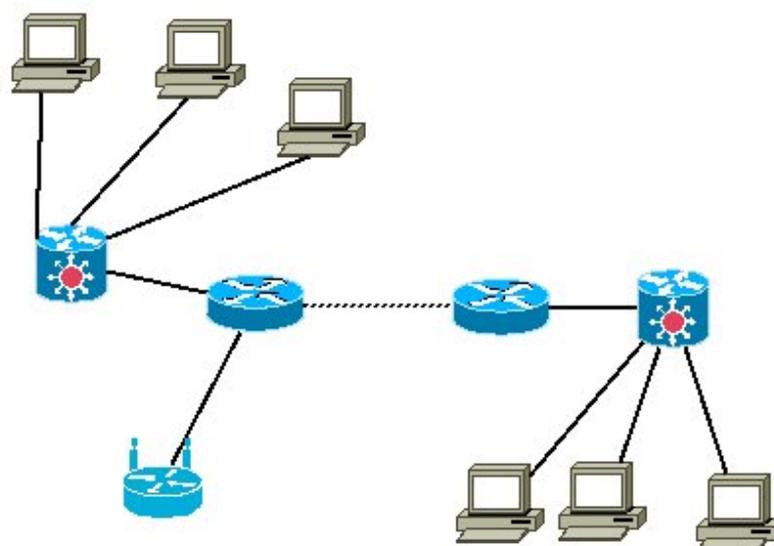


Figura 2 - Representação de uma topologia de rede

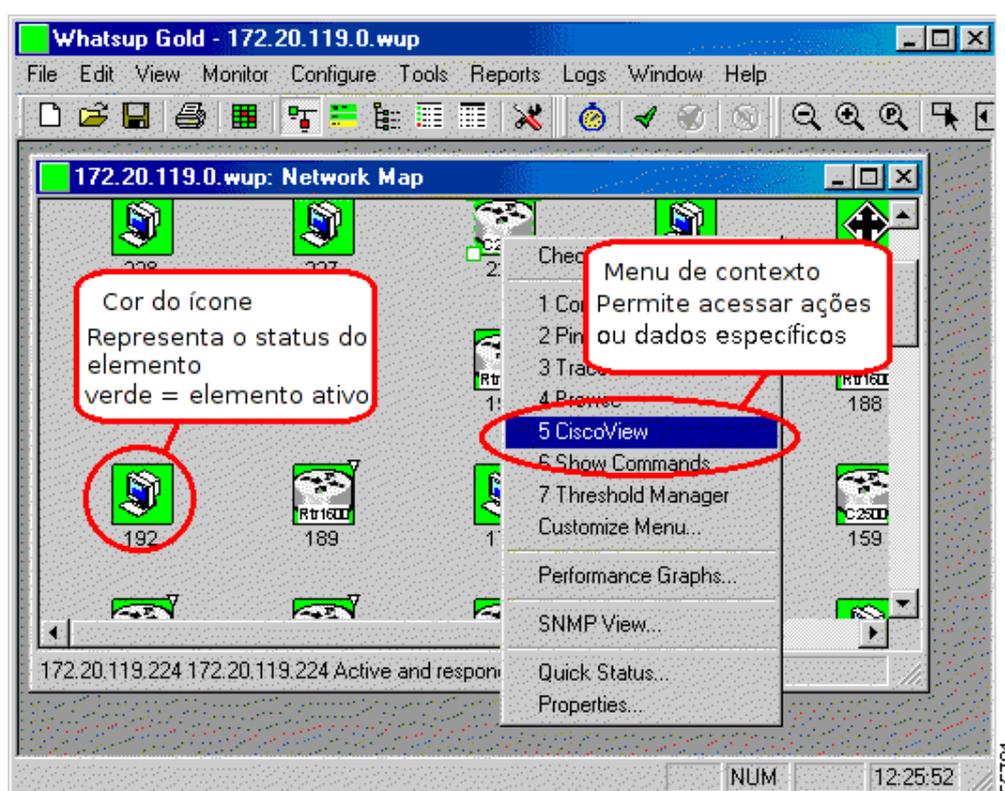


Figura 3 - Sistema de gerência com menus de contexto  
Fonte: CiscoWorks for Windows 6.0 User Guide (2007)

Também é muito utilizada a representação de variação de uma grandeza escalar, tal como o uso de um canal de rede, em função do tempo, com gráficos de linha produzidos pelo MRTG (MULTI ROUTER..., 2007) ou RRDtool (ROUND ROBIN..., 2007), conforme ilustrado na Figura 4.

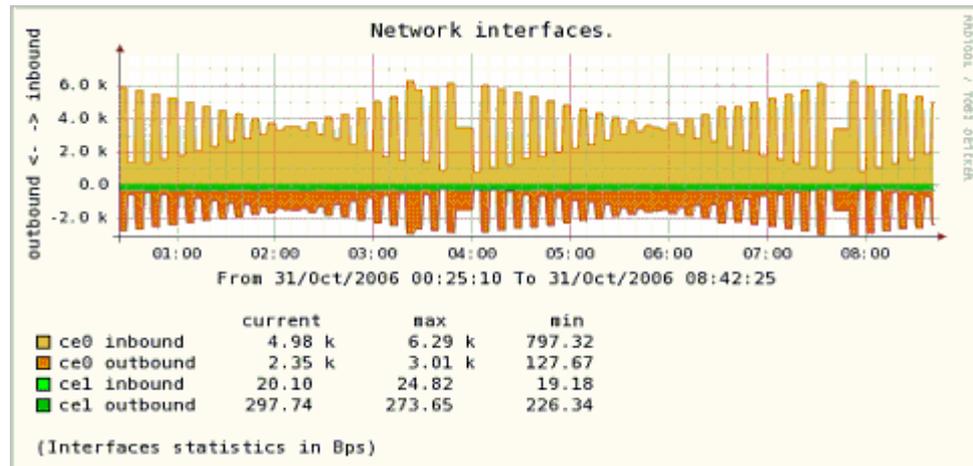


Figura 4 - Uso de canais de rede em função do tempo  
 Fonte: Round Robin Database Tool (2007)

### 3 MINERAÇÃO DE DADOS

Hoje em dia a informação é tida como um dos bens mais valiosos para as empresas, e os dados armazenados em quaisquer bancos de dados ou sistemas de informação são pesquisados por profissionais especializados, na busca de padrões e de informações contidas nesses dados.

As capacidades de aquisição e acúmulo de dados têm crescido exponencialmente nos últimos anos. Segundo Han e Kamber (2001), estes acúmulos de dados aliados à utilização de métodos tradicionais de análise nos tornam ricos em dados, mas pobres em informações. Para conseguir lidar com esse crescimento, novos processos de classificação e exploração de dados foram desenvolvidos, tanto para processamento automático quanto orientado manualmente por um operador. Esse conjunto de técnicas para descoberta de conhecimento em bases de dados, conhecido em inglês por *Knowledge Discovery in Databases* (Descobrimto de Conhecimento em Bases de Dados) ou KDD, é geralmente apoiado por técnicas de Mineração de Dados – MD, *Data Mining* ou DM<sup>5</sup>.

Neste capítulo são apresentados os fundamentos sobre Mineração de Dados, os algoritmos usados e princípios das ferramentas implementadas.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DE MINERAÇÃO DE DADOS

Conforme Ávila (1998), Mineração de Dados é uma área de pesquisa da disciplina de Inteligência Artificial que busca encontrar padrões em bases de dados. Geralmente, considerado como um dos passos no processo de KDD. Segundo o autor, MD refere-se à aplicação de algoritmos para extração de padrões de dados, sem os passos adicionais de KDD e da análise dos resultados.

Segundo Groth (1997), Mineração de Dados é o processo de descoberta automática de informações.

---

<sup>5</sup> Para referência sobre KDD e DM, ver *Data Mining – Concepts and Techniques* (HAN e KAMBER, 2001), onde também pode ser encontrada bibliografia sobre o assunto.

A definição de MD para Kudyba e Hoptruff (2001) consiste em uma técnica que permita buscar, em uma grande base de dados, informações que estejam camufladas ou escondidas, com o objetivo de otimizar e agilizar as tomadas de decisões. De acordo com ele, a empresa que empregar as técnicas de MD em suas bases de dados de negócio estará à frente das concorrentes, pois será capaz de:

- Criar parâmetros para entender o comportamento do consumidor;
- Identificar afinidades entre as escolhas de produtos e serviços;
- Prever hábitos de compras e
- Analisar comportamentos habituais para se detectar fraudes ou riscos ao negócio.

Quando existe muitas informações em uma base de dados, o acesso às informações geralmente é realizado com ferramentas prontas, previamente disponibilizadas, que nos dão acesso às informações que o desenvolvedor da ferramenta ou cliente solicitante julgava interessantes. Quando são oferecidas ferramentas de MD para pesquisar, acessar e cruzar dados, dá-se ao usuário a habilidade de descobrir informações que talvez nem o desenvolvedor ou o idealizador do repositório soubessem que fosse possível extrair dali.

O principal foco das técnicas de MD é o processo para construção do modelo de dados. Possuindo um modelo de dados representativo, é possível detectar tendências, padrões e correlações compreensíveis, bem como criar previsões baseadas no histórico dos dados.

A MD é, portanto, um conjunto de técnicas utilizadas no processo de descoberta de informação relevante oculta em grandes massas de dados, quer de forma totalmente automatizada ou com auxílio humano, para interpretação e busca das informações. É um processo analítico que usa técnicas estatísticas e matemáticas para examinar os dados e derivar informações.

### 3.2 TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS

De acordo com Figueira (1998):

Muitas técnicas de MD se originaram na pesquisa em inteligência artificial até o princípio da década de 90. Entretanto, somente agora essas técnicas

passaram a ser utilizadas em sistemas de banco de dados de grande escala, devido à confluência de diversos fatores que aumentaram o valor líquido da informação.

Pode-se destacar entre esses fatores:

- A crescente quantidade e proliferação de sistemas de informação volumosos: nos últimos 25 ou 30 anos, computadores estão sendo usados para capturar e armazenar informações detalhadas de processos transacionais intensivos, como vendas, telecomunicações, bancos e operações com cartões de crédito. Os sistemas saltaram de algumas centenas de transações por minuto para dezenas ou centenas de milhares. Além desse crescimento da capacidade de processamento, também é observada uma diminuição equivalente do custo por transação, o que gera uma proliferação ainda maior de sistemas de transações geradores de informação;
- A informação como vantagem competitiva: a necessidade da informação resulta na proliferação de bancos de dados e datawarehouses<sup>6</sup> que integram múltiplos sistemas operacionais para suporte a decisão, muitas vezes incluindo dados de fontes externas, como registros demográficos ou de hábitos dos consumidores.
- A difusão de tecnologia de informação escalável: a busca da interoperabilidade levou à recente adoção de sistemas de informação escaláveis, incluindo sistemas gerenciadores de bancos de dados, ferramentas analíticas e de troca de informações via serviços de internet e intranet.

Apesar do processo de construção de um modelo para representar um conjunto de dados ser comum para todas as técnicas de MD, não é comum a maneira como esse modelo é construído. Geralmente são discutidas as diferenças em modelos construídos tendo por base seus algoritmos e suas abordagens. São exemplos comuns os seguintes algoritmos de construção de modelos para Mineração de Dados:

- Árvores de Decisão;

---

<sup>6</sup> *Datawarehouse* é definido por Gupta (1997) como: “Um ambiente estruturado, extensível, projetado para a análise de dados não voláteis, lógica e fisicamente transformados, provenientes de diversas aplicações, alinhados com a estrutura da empresa, atualizados e mantidos por um longo período de tempo, referidos em termos utilizados no negócio e sumarizados para análise rápida”.

- Algoritmos Genéticos;
- Redes Neurais;
- Tecnologia de Agentes de Rede;
- Modelos Híbridos e
- Estatísticas.

A seguir, serão descritos alguns dos algoritmos para Mineração de Dados citados.

### 3.2.1 Árvores de Decisão

Segundo De Amo (2003), uma árvore de decisão é uma estrutura de árvore onde cada nó interno é um atributo do banco de dados de amostras. São modelos preditivos representados por um gráfico em forma de árvore, contendo a classificação dos elementos. Os ramos e nós da árvore representam as decisões a serem tomadas e suas possíveis conseqüências (riscos, custo, prejuízos).

As árvores de decisão podem ser classificadas em dois tipos:

- Árvores de regressão (*regression tree*): usadas para estimar variáveis numéricas, como no cálculo do valor de um automóvel, por exemplo, e
- Árvores de classificação (*classification tree*): utilizadas quando a variável sob análise representar uma categoria, como torcedores do time A e torcedores do time B, por exemplo.

### 3.2.2 Algoritmos Genéticos

Os algoritmos genéticos utilizam a idéia da seleção natural e combinação genética para encontrar os conjuntos de parâmetros de busca que satisfaçam da melhor forma possível a previsão das informações. Nos algoritmos genéticos são utilizadas funções de seleção cruzamento e mutação (ou distorção) para gerar novos subconjuntos de dados, que servirão de base para a previsão, em um processo iterativo e incremental.

De acordo com Groth (1997), os algoritmos genéticos são métodos de otimização combinatorial baseadas no processo de evolução biológica. Esse método

busca que, com o passar das iterações, a evolução tenha selecionado as informações mais consistentes. Ao se aplicar esse método à MD, está se utilizando um modelo de otimização dos dados com métodos genéticos para obter modelos de adaptação na busca de informações.

Os modelos de adaptação representam as transformações (ou adaptações) a serem realizadas nos relacionamentos entre os dados para que suas ligações sejam evidenciadas pela ferramenta de MD.

### **3.2.3 Redes Neurais Artificiais**

As redes neurais podem ser definidas como sistemas constituídos por nós com funções de aprendizado, armazenagem e reuso experimental de conhecimento, organizadas de forma distribuída e geralmente hierárquica, de maneira que cada um dos nós detenha parte das conexões e responsabilidades perante uma tarefa.

Essas redes são construídas de forma a possibilitar o processo de aprendizado, similar às funções humanas da qual a idéia é derivada. Nessas redes o aprendizado se dá na forma de novas ligações entre os seus nós membros.

Um dos problemas no uso desse método é que o processo de aprendizado geralmente é muito lento, e seus resultados podem ser imprevisíveis, necessitando de muitas iterações iniciais antes de apresentar um resultado satisfatório. Apesar disso, as redes neurais têm uma ótima performance em termos de acertos de resultados nas tarefas de aproximação de funções, previsão de séries, classificações e reconhecimento de padrões, consolidando o método para uso em MD.

### **3.2.4 Tecnologia de Agentes**

A tecnologia de agentes foi desenvolvida pelo Dr. Khai Minh Pham, na França, no início dos anos 90 (PHAM, 1995).

De acordo com o autor, esse método de construção de modelos trata todos os elementos de dados, ou categorias de elementos de dados definidos, como agentes que são conectados entre si de alguma forma que faça sentido para o modelo ou aplicação.

Esse tipo de abordagem é usado em sistemas de MD para fornecer um modelo de conhecimento preditivo. O algoritmo baseado em agentes permite descoberta e avaliação além de efetuar a predição ou correlação entre os dados formando conjunções entre os agentes encarregados de avaliar os valores individuais de categorias dos dados, de forma semelhante às conexões encontradas no algoritmo de redes neurais.

### **3.2.5 Modelo Híbrido**

Existem técnicas de modelagem que usam combinações ou partes de algoritmos. Para ser considerado um sistema híbrido, não há necessidade de a ferramenta usar um algoritmo híbrido.

Quando se diz que um sistema híbrido não implica sempre que a ferramenta usa um algoritmo híbrido, ocorre que a utilização de diferentes técnicas de modelagem pode ser usada em diferentes passos do processo de mineração dos dados. Já alguns sistemas de modelos híbridos apenas fornecem um pacote de algoritmos genéticos, redes neurais ou outros métodos para que o próprio usuário decida qual utilizar em determinado cenário.

### **3.2.6 Análise de Seleção Estatística**

A análise e seleção estatística é uma das ferramentas básicas e mais utilizadas para análise de conjuntos de dados. O processo de regressão linear é um processo que utiliza probabilidade, análise de dados e inferência estatística. A regressão linear é um método agregado de previsão da diferença entre o conjunto de dados atual e o previsto, usando o conceito de regressão.

Conforme Kremer (1999):

Mineração de Dados usa muitas técnicas da análise estatística, mas ele acrescenta funções mais complexas, como redes neurais, para identificar modelos e relações em um conjunto de dados analisados. É particularmente útil para problemas de modelagem não-lineares com grandes números de variáveis.

A análise estatística é usada universalmente por pesquisadores de diversas áreas para executar funções como agrupamento, análise e projeção de

variáveis. Também é muito usada nos estágios iniciais de projetos de Mineração de Dados, principalmente para identificar correlações repetitivas. Entretanto, estatísticas requerem inferências iniciais que nem sempre são fáceis de se aplicar e interpretar. Além disso, a correlação de estatísticas é difícil de ser aplicada a um número muito grande de variáveis.

### 3.3 FERRAMENTAS DE MINERAÇÃO DE DADOS

Para Groth (1997) a disponibilização de ferramentas de busca (pesquisa) permite que o próprio usuário final descubra informações relevantes em sistemas de gerenciamento de banco de dados. Elas permitem que o usuário encontre fatos novos e interessantes a partir de dados que ele tem armazenados, e que os sistemas principais muitas vezes não fazem uso. De acordo com o autor, a melhor maneira de diferenciar essas ferramentas é através de um exemplo.

Com uma ferramenta de pesquisa, um usuário pode perguntar sobre o número de ações de uma empresa vendidas no Sudeste em comparação ao Sul. Esse tipo de consulta é respondido através da comparação dos volumes de venda no Sudeste e no Sul.

Este usuário provavelmente sabe que os volumes das vendas são afetados pela dinâmica dos mercados regionais. Em outras palavras, o usuário final está fazendo uma suposição quanto a isso.

O que uma ferramenta de MD tentaria fazer nesta situação seria identificar qual o fator mais determinante envolvido nos volumes de venda alto, médio e baixo. Nesse tipo de estudo, as maiores influências nos volumes de venda alto, médio e baixo não são conhecidas previamente. Um usuário pede que uma ferramenta de MD descubra quais os fatores que mais influenciam os volumes de vendas para ele. Uma ferramenta de Mineração de Dados não deve necessitar de nenhuma suposição, pois ela é que tem a tarefa de tentar descobrir os relacionamentos e padrões que, na maioria das vezes, não são evidentes.

Dentre as aplicações de MD disponíveis, pode-se destacar três exemplos: WEKA, SAS *Enterprise Miner*® e o Fair Isaac®.

O pacote WEKA consiste em uma coleção de algoritmos de aprendizagem de máquina para tarefas de DM criado na Universidade de Wakato,

Nova Zelândia, em 1993 (WEKA 3..., 2007). Os algoritmos que ele contém podem ser aplicados diretamente a um conjunto de dados ou chamados a partir de códigos em Java. Ele possui ferramentas para pré-processamento de dados, classificação, regressão, agrupamento, regras de associação e visualização. O WEKA encontra-se licenciado pela GPL<sup>7</sup>, estando, portanto, disponível o seu código-fonte para estudos e modificações.

O SAS *Enterprise Miner*®, apresentado na Figura 5, é uma ferramenta de Mineração de Dados comercial que possui a implementação de todos os algoritmos descritos, combinando um extenso pacote de ferramentas integradas de MD com facilidades de utilização, capacitando os usuários a tirar proveito de dados corporativos para obter vantagem estratégica, tudo em um único ambiente (SAS..., 2007).

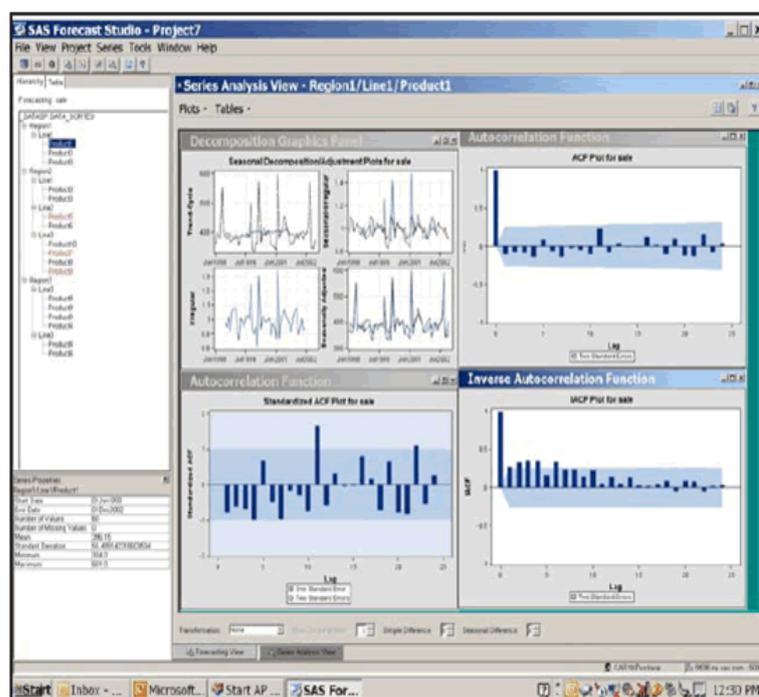


Figura 5 - SAS Forecast® – Integrante do pacote SAS Enterprise Miner  
Fonte: SAS | Business Intelligence and Analytics Software (2007)

<sup>7</sup> A sigla GPL significa General Program License, que é um modelo de licenciamento de software que objetiva garantir quatro liberdades fundamentais ao usuário: a liberdade de executar o programa, para qualquer propósito; a liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades; a liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo e a liberdade de aperfeiçoar o programa, e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie. Para maiores informações pode-se consultar referência em: <http://www.gnu.org/licenses/gpl-faq.pt.html>.

O Fair Isaac®, por sua vez é uma ferramenta comercial de Mineração de Dados voltada para o segmento análise e prevenção de fraudes, que possui a implementação de algoritmos de redes neurais. Essa ferramenta é utilizada para realizar projeções de negócios e tendências de fraudes nas áreas financeiras e de telecomunicações, por exemplo.

## 4 MINERAÇÃO VISUAL DE DADOS

A Mineração Visual de Dados - MVD, *Visual Data Mining* ou VDM - é definida pelo uso de uma interface flexível e simples, que permita a comunicação direta do usuário com os dados e modelos de representação desses dados através da apresentação gráfica ao usuário das informações e transformações realizadas no processo de Mineração de Dados.

A Mineração Visual de Dados consiste em um conjunto de métodos interativos que suportam a exploração de massas de dados por meio de ajustes dinâmicos de parâmetros, de forma a perceber-se visualmente como eles afetam a informação sendo apresentada.

Essa área de análise inteligente e exploração de dados é baseada na integração de conceitos de Computação Gráfica, métodos de Visualização Científica, percepção visual, psicologia cognitiva, formatação visual de dados e ambientes colaborativos tridimensionais para visualização de informações.

A Mineração Visual de Dados possui a característica de permitir a análise de grandes quantidades de dados para exploração interativa, permitindo que sejam apresentados de forma gráfica o conteúdo de bases de dados de negócio, técnicas e científicas. De acordo com Keim (2002), a MVD possibilita que sejam selecionados apenas os dados relevantes em determinado contexto, facilitando o processo de captação da informação presente nos dados, e facilitando a representação de informações de dados com várias dimensões, como se pode ver na Figura 6, na qual cada eixo representa determinada grandeza de um elemento sendo analisado.

Existem diversas técnicas de representação de dados utilizadas em sistemas de MVD, que podem ser classificadas de acordo com o número de dimensões de dados com os quais se está lidando, formas de apresentação gráfica utilizada e maneiras pelas quais se pode interagir e manipular as informações apresentadas. Estas técnicas são exploradas neste trabalho para identificar a relevância e utilidade no contexto de gerenciamento de redes.

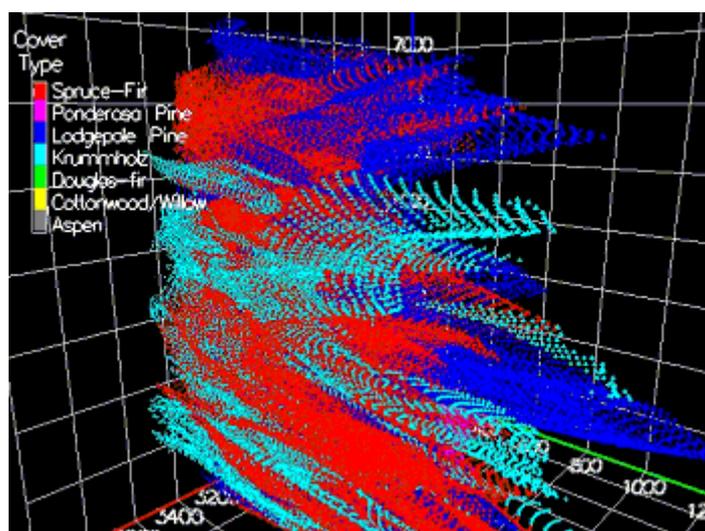


Figura 6 - Representação visual de três dimensões de dados  
 Fonte: 3D Visual Data Mining (2007)

Neste capítulo são apresentados os fundamentos sobre Mineração Visual de Dados, as técnicas usadas e princípios das ferramentas implementadas.

#### 4.1 TÉCNICAS DE MINERAÇÃO VISUAL DE DADOS

Para permitir a visualização de grandes quantidades de dados numéricos, é preciso sumarizar esses dados de alguma forma. Para esse fim, utiliza-se histogramas<sup>8</sup>, gráficos ou algum mecanismo de apresentação visual que tenha a propriedade de resumir os dados apresentados.

Segundo Keim (1996), a visualização de dados com classificação bidimensional ou tridimensional já era realizada antes da utilização de computadores para esse fim. Desde que os computadores passaram a ser utilizados como instrumentos de visualização, muitas técnicas foram desenvolvidas, viabilizando que além da representação de mais dimensões de dados, seja possível a interação do usuário com o que lhe é apresentado.

Como uma grande parcela dos dados produzidos atualmente não possui características estritamente numéricas, tais como dados científicos ou estatísticos o

<sup>8</sup> Histograma é uma representação gráfica da distribuição de freqüências de um conjunto de dados lineares. Mais informações podem ser obtidas em <http://mathworld.wolfram.com/Histogram.html>.

seriam, mas representam classes, significados e objetos do mundo real, sua representação em sistemas de coordenadas cartesianas é realizada pelo mapeamento de valores dos dados (como, por exemplo, a idade, altura, peso e sexo de um indivíduo) em características visuais, tais como a cor, formato, orientação ou símbolos que os representem.

Existem diversas técnicas conhecidas para representação de dados em MVD:

- Representação por pixels;
- Técnicas de projeção geométrica (matrizes esparsas, matrizes de projeção, coordenadas paralelas e projection pursuit);
- Representação por ícones;
- Representação hierárquica e baseada em grafos e
- Combinações dessas técnicas.

Nas seções a seguir, serão explicadas e exemplificadas as principais técnicas elencadas acima.

#### 4.1.1 Representação por *Pixels*

As técnicas de representação por *pixels* baseiam-se no mapeamento de cada valor de um dado em uma cor e na apresentação de dados pertencentes a um atributo em janelas separadas. Como essa técnica usa um *pixel* para cada valor de dado, é a técnica que permite visualizar o maior volume de dados nos dispositivos atuais (tendo em vista que um monitor de computador, por exemplo, tem capacidade de apresentar mais de um milhão de *pixels* na tela). Dessa forma, se cada valor do dado for representado por um *pixel*, a questão que resta é como dispô-los na tela de forma que adquiram significado e/ou representem o relacionamento dos dados visualizados.

As técnicas de representação por *pixels* utilizam-se de diferentes disposições para atender a propósitos diferentes. Além da cor do *pixel*, portanto, a distribuição desses pontos na tela pode ter significado na informação que está sendo representada por essa técnica.

Em Keim (1996), pode ser encontrado o modelo de representação por *pixels* apresentado na Figura 7.

Na Figura 7 pode-se observar a representação de atributos de um mesmo dado através da disposição de pontos com diferentes cores em diferentes áreas da tela. A cor vermelha para o atributo 4 (quatro) do dado pode significar que o sexo do indivíduo é feminino, e a cor verde no atributo 6 (seis) pode significar que sua conta bancária está positiva, por exemplo.

#### 4.1.2 Técnicas de Projeção Geométrica

As técnicas de projeção geométrica têm o objetivo de encontrar projeções para conjuntos de dados multidimensionais que sejam relevantes para a análise que se deseja realizar dos dados. As técnicas desse tipo incluem técnicas de exploração estatística como meio de Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis-PCA*), a análise por fatoração e o escalonamento multidimensional, muitos dos quais sumarizados sob o nome *projection pursuit* (CRAWFORD e FALL, 1990).

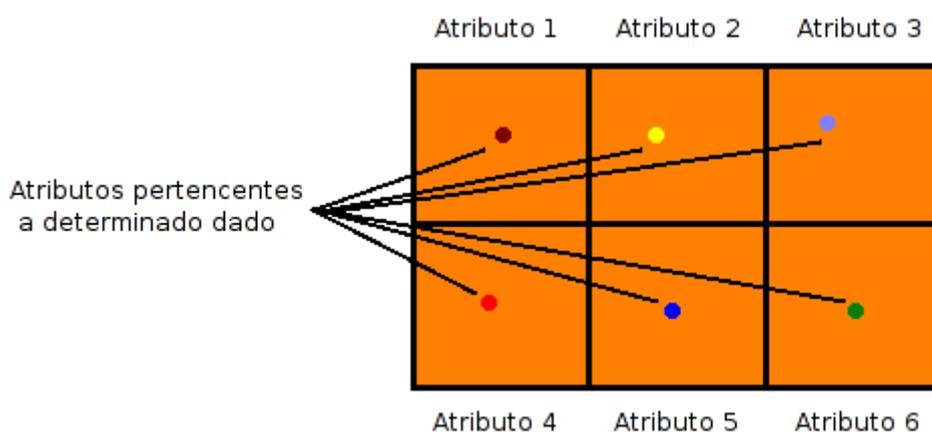


Figura 7 - Representação por pixels de atributos do mesmo dado  
Fonte: adaptada de Keim (1996)

Como existe um grande número de possibilidades de se projetar dados multidimensionais em dispositivos de saída bidimensionais, sistemas de *projection pursuit* têm como objetivo encontrar automaticamente as projeções mais adequadas, ou pelo menos auxiliar o usuário a encontrá-las.

Na Figura 8 está representada a técnica de coordenadas paralelas. Nesta técnica é feito o mapeamento de um espaço de 'k' dimensões em um dispositivo de apresentação bidimensional, utilizando-se 'k' eixos paralelos a um dos eixos de

apresentação dos dados. Esses eixos do gráfico representam as dimensões, com uma escala (neste caso, linear) dos valores mínimos e máximos de cada dimensão correspondente para os dados sendo apresentados. Cada valor de cada dimensão sendo representada neste gráfico é ligado ao próximo valor da próxima dimensão por um segmento de reta.

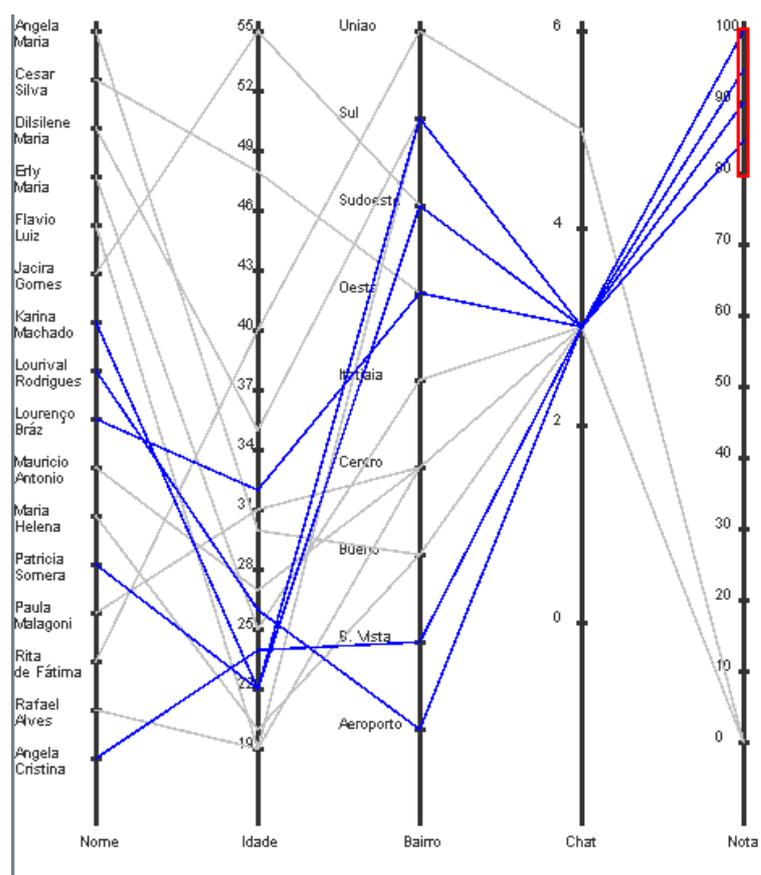


Figura 8 - Visualização com Coordenadas Paralelas - Ferramenta VisEd  
Fonte: Ferreira e Nascimento (2007)

### 4.1.3 Representação por Ícones

As técnicas de representação por ícones utilizam a idéia de que cada uma das dimensões de um dado seja mapeada a um ícone ou a uma característica desse ícone, tal como cor, tamanho ou formato. No exemplo da Figura 9 pode-se visualizar uma representação de dados de alunos usando Faces de Chernoff (CHERNOFF, 1973). Esse método de representação visual relaciona os dados às características faciais, algo que pessoas estão acostumadas a perceber diferenças. As diferentes dimensões são mapeadas para diferentes características da face, como por

exemplo, o formato da face, altura das orelhas, tamanho das orelhas, tamanho e curvatura da boca, existência e formato dos cabelos, tamanho do nariz e etc.



Figura 9 - Visualização com Faces de Chernoff - Ferramenta VisEd  
Fonte: Ferreira e Nascimento (2007)

Outro exemplo pode ser visto na Figura 3 (seção 2.2, página 28) onde o status do dispositivo de rede sendo monitorado pela ferramenta em uso é indicado pela cor do ícone (verde representa que o dispositivo está ativo), e o tipo do elemento é indicado pela figura ao centro do ícone.

Conforme Barioni (2002), ainda que esse método de representação de dados seja bastante intuitivo, deve-se ressaltar que ele fica limitado ao número de dimensões que podem ser representadas, pois conforme muitas características do dado são mapeadas a características de um ícone, mais sobrecarregado visualmente tende a ficar esse ícone.

Outra técnica de representação por ícones, denominada codificação de forma, está representada na Figura 10. Este método permite representar um número maior de dimensões dos dados, através do agrupamento de ícones que contém, cada um, significados parciais do dado sendo representado.

Neste exemplo, estão sendo representadas reações químicas na atmosfera, visualizadas em cada ícone por dimensões compostas em três sub-

ícones: as elipses amarelas (regiões com velocidade de reação alta), setas verdes (velocidade média) e os ícones entrelaçados (distribuição da velocidade).

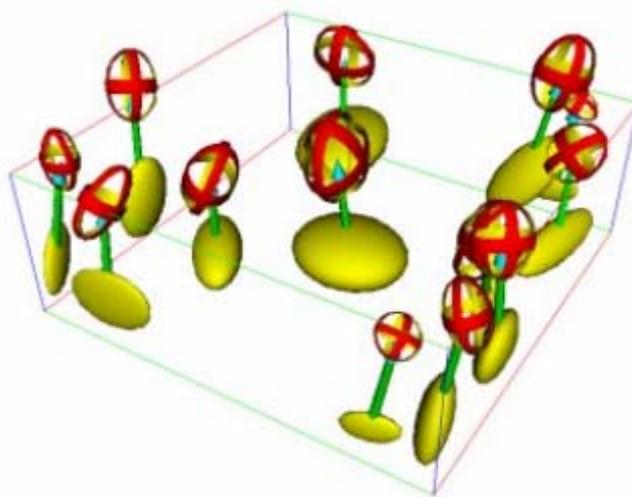


Figura 10 - Visualização por codificação de forma  
Fonte: Walsun e outros (1996)

Além de utilizar as técnicas de visualização descritas, pode-se utilizar interação e distorção para uma mineração de dados mais efetiva.

A interação diz respeito à forma como o usuário irá manipular a visualização apresentada, alterando o método de projeção, navegando pela interface, filtrando dados e alterando a escala de elementos apresentados na tela, por exemplo. A distorção permite que seja ressaltada determinada região dos dados apresentados em detrimento de outras, que serão apresentadas com detalhamento menor.

#### 4.2 FERRAMENTAS DE MINERAÇÃO VISUAL DE DADOS

Nesta seção são apresentados alguns exemplos de ferramentas de Mineração Visual de Dados, além de uma avaliação sobre a forma como os dados são representados e como a forma de interpretação é influenciada pelo método de visualização.

O sistema GGobi é um programa de visualização de código aberto para exploração de dados multivariados (GGobi..., 2007). Ele fornece gráficos dinâmicos

pelos quais se pode navegar, além de gráficos de barras e coordenadas paralelas. Na Figura 11 pode-se ver um exemplo de visualização obtido com o GGobi. Neste gráfico são apresentadas dez variáveis, portanto sendo mostrados dez eixos verticais. As duas primeiras variáveis são categorias. As oito restantes são variáveis contínuas.

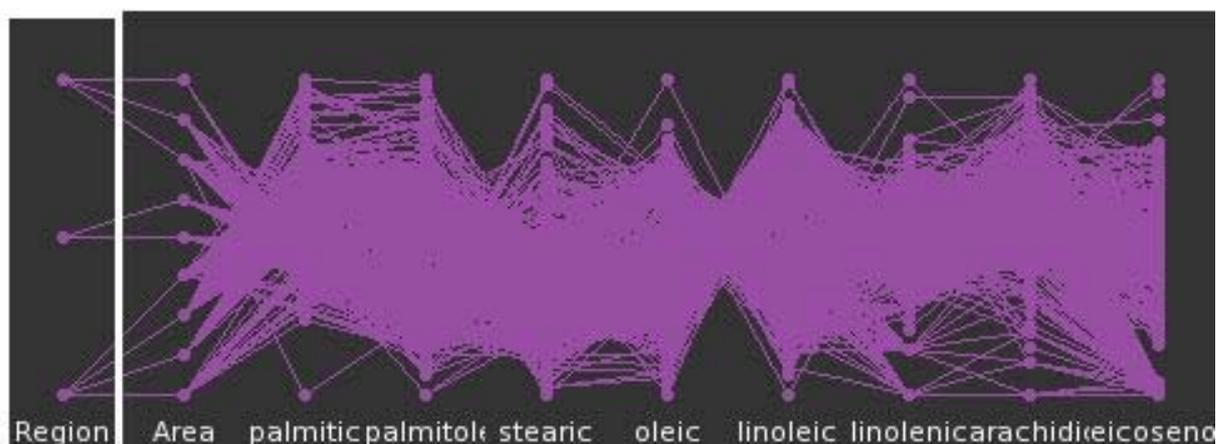


Figura 11 - Representação do GGobi pelo método de Coordenadas Paralelas  
Fonte: GGobi Data Visualization System (2007)

Deve ser ressaltado que ao representar dados multidimensionais pelo método de coordenadas paralelas, os agrupamentos de valores em um mesmo eixo serão facilmente notados, mas pode haver dificuldade para a identificação de padrões diferentes no mesmo gráfico, caso os eixos de dados que possuem relação estejam posicionados distantes no gráfico.

O XdmvTool é um programa de domínio público para exploração visual interativa de conjuntos de dados variados (XDMVTOOL..., 2007). Está disponível para as plataformas Unix, Linux, Macintosh e Windows. Trata-se de uma aplicação utilizada em vários domínios do conhecimento, tais como monitoramento remoto, área financeira, geoquímica, censos e análise de dados de simulações.

Uma representação particularmente interessante que o XdmvTool utiliza é a dos chamados "*star glyphs*", em que cada eixo que parte do centro do ícone representa uma variável contínua, proporcional ao comprimento deste eixo. Dessa forma são apresentadas no mesmo ícone diversas dimensões de dados do mesmo objeto sob análise.

Na Figura 12 está sendo representada a visualização de dados técnicos (país de fabricação, modelo, milhas por galão, peso em milhares de libras, relação

do câmbio na marcha mais elevada, potência, volume do motor e número de cilindros) de diversos modelos de automóveis, usando a técnica de “*star glyphs*”.

Uma vantagem dessa técnica é que no resultado é produzido um conjunto de formas que são visualmente comparáveis umas às outras.

Há ainda, ferramentas que combinam várias técnicas na mesma interface, tais como a ferramenta VisDB (KRIEGEL e KEIM, 1994). Nesta ferramenta os dados sendo analisados podem ser representados por várias técnicas, de acordo com a conveniência do usuário ou o tipo de dado que estiver sendo estudado.

Na Figura 13, encontra-se um exemplo de visualização de dados quaisquer, apenas como ilustração das capacidades de representação por técnica de espirais, técnica de agrupamento, técnica dos eixos, agrupamento de ícones e coordenadas paralelas que o VisDB possui.

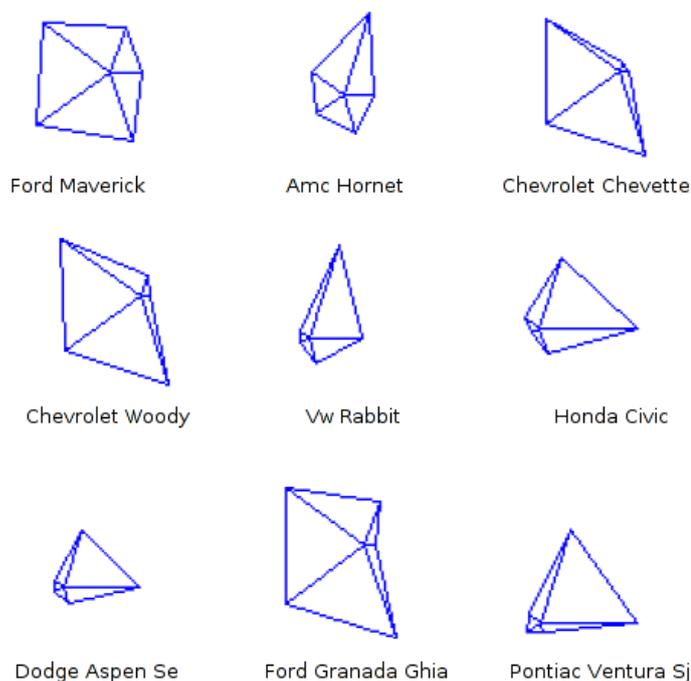


Figura 12 - Representação de dados com o método de *star glyphs*  
Fonte: adaptada de Basalaj (2001)

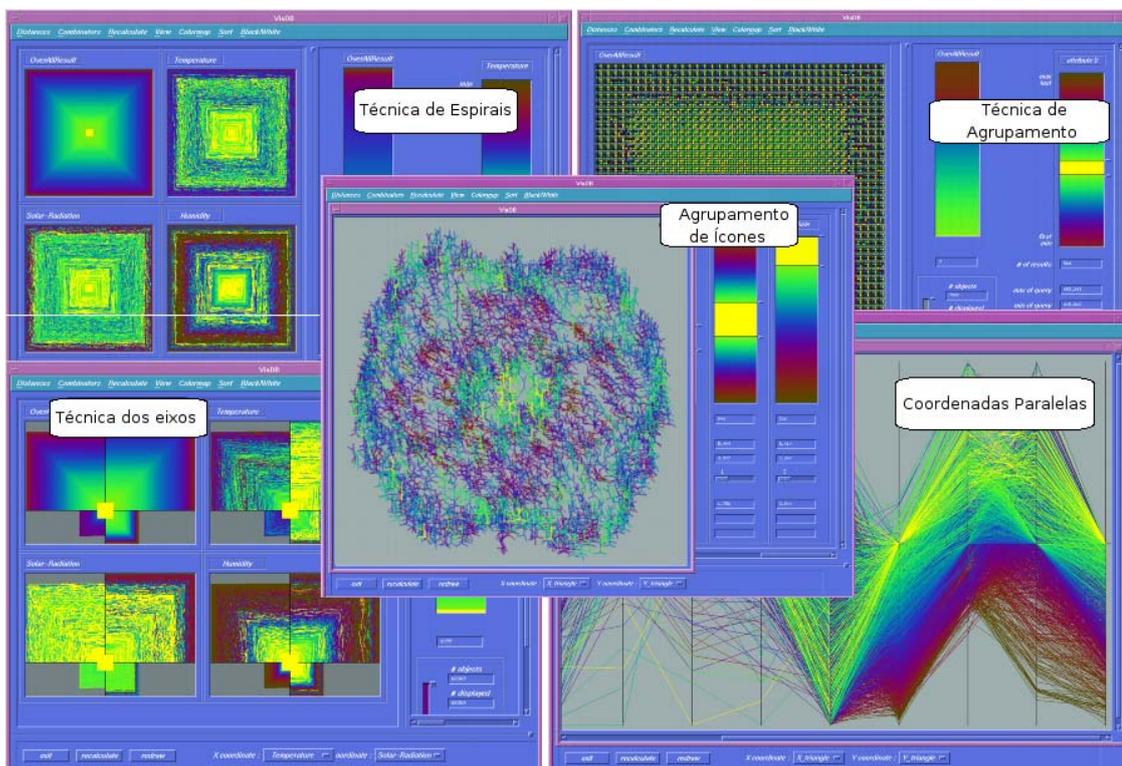


Figura 13 - Tela da ferramenta VisDB  
 Fonte: adaptada de Kriegel e Keim (1994)

## 5 FERRAMENTA DESENVOLVIDA

As seções a seguir detalham a construção de um sistema com uma interface interativa de visualização de dados de gerência de redes de telecomunicações, doravante denominado VisDamage.

O VisDamage possibilita ao operador a descobrir relações entre as métricas coletadas por um sistema de gerência de rede qualquer, navegar nas informações apresentadas e utilizar o conhecimento das informações para visualizar ou deduzir o comportamento da rede, auxiliando na resolução de problemas e identificação de tendências do comportamento da rede analisada.

### 5.1 FONTE DE DADOS

Para a construção do VisDamage, optou-se utilizar como fonte dos dados de gerência de redes o sistema denominado VIVO-Netmetric, ou simplesmente Netmetric (VIVO-NETMETRIC..., 2007).

A descrição do Netmetric, contida no Manual VIVO-Netmetric, ilustra o histórico e objetivo do sistema:

*A ferramenta Vivo–Netmetric surgiu em razão de um investimento em pesquisa e desenvolvimento efetuado pela Motorola como contrapartida comercial à VIVO, focada no desenvolvimento de soluções de rede para serviços de telemetria com garantias de qualidade de serviço fim-a-fim.*

*O Netmetric surgiu a partir da necessidade de mensurar a qualidade percebida nas extremidades da rede dentro de outro projeto, denominado Celtel. Como solução para atender essa necessidade foi concebida e criada a ferramenta Netmetric, a qual pode ser utilizada para aferição da qualidade tanto fim-a-fim como ponto-a-ponto. O Netmetric, por sua relevância e capacidade, tornou-se um projeto autônomo e, desde então, têm sido desenvolvido como um projeto à parte do Celtel.*

*Uma série de facilidades está prevista para adição no ano de 2007 e 2008, tornando a ferramenta a mais flexível possível para medição de qualidade em redes IP dentre as poucas opções existentes (já na atualidade ela é uma das mais, senão a mais, completas e flexíveis).*

O Netmetric foi escolhido devido ao fato de utilizar tecnologias abertas e disponíveis sem custo, apresentar uma grande gama de informações de rede e gerar grande um volume de dados brutos durante sua operação, possibilitando que a ferramenta VisDamage tenha uma massa considerável de dados para utilização.

O Netmetric coleta informações simulando o funcionamento real da rede, através do uso de computadores (denominados agentes) distribuídos nos pontos de interesse de uma rede, que utilizam a própria rede para trafegar dados de teste que possuam características similares aos dados reais.

Esse tráfego de controle ocorre entre os agentes e um servidor central, também localizado em um ponto estratégico da rede de dados, de forma que o desempenho dessa comunicação possa ser aferido com a aplicação Netmetric, a partir do armazenamento dos seguintes dados:

- Atraso unidirecional (OWD – One-Way Delay): representando o atraso entre gerente e agente de medição, através do caminho de comunicação existente. Esse atraso é medido entre ambos os elementos, incluindo os atrasos de comutação, propagação, injeção, entre outros;
- Atraso bidirecional (RTT – Round Trip Time): representa o tempo necessário para a entrega de um pacote ao destino e o retorno de sua resposta, considerando o tempo de processamento no receptor desprezível, em termos práticos;
- Variação do atraso (Jitter): representa a variação do atraso OWD mensurado entre dois pontos da rede;
- Perda: representa a perda, percentual ou absoluta, sobre o total de pacotes enviados, também de forma direcional;
- Ordenação de pacotes (POM – Packet Order Metric): determina o grau de desordem observado na transmissão de pacotes. Isso está associado, por exemplo, ao fato de que, muito embora os pacotes sejam transmitidos em ordem, digamos, o pacote 1, depois o pacote 2, 3, 4 e assim sucessivamente, na recepção pode-se observar um comportamento distinto, onde se recebe, por exemplo, os pacotes de numeração 1, 3, 2 e 4;
- Largura de banda no gargalo: a largura de banda no gargalo, ou, simplesmente, largura de banda, expressa a menor largura de banda (em

bits por segundo) observada para a transmissão ao longo do caminho entre os pontos de interesse.

Os dados do Netmetric são coletados e armazenados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL. O diagrama entidade-relacionamento que representa a modelagem do banco de dados do Netmetric está ilustrado na Figura 14.

De forma a viabilizar o uso do VisDamage com outros sistemas de gerência de rede no futuro, decidiu-se por utilizar uma estrutura de metadados, para a qual devem ser carregados os dados do sistema Netmetric ou de outro sistema de gerência de redes do qual se deseje recuperar as informações.

Os dados que o sistema utiliza são obtidos indiretamente do sistema Netmetric, através de transformações que têm o objetivo de generalizar os dados gerados por esse sistema.

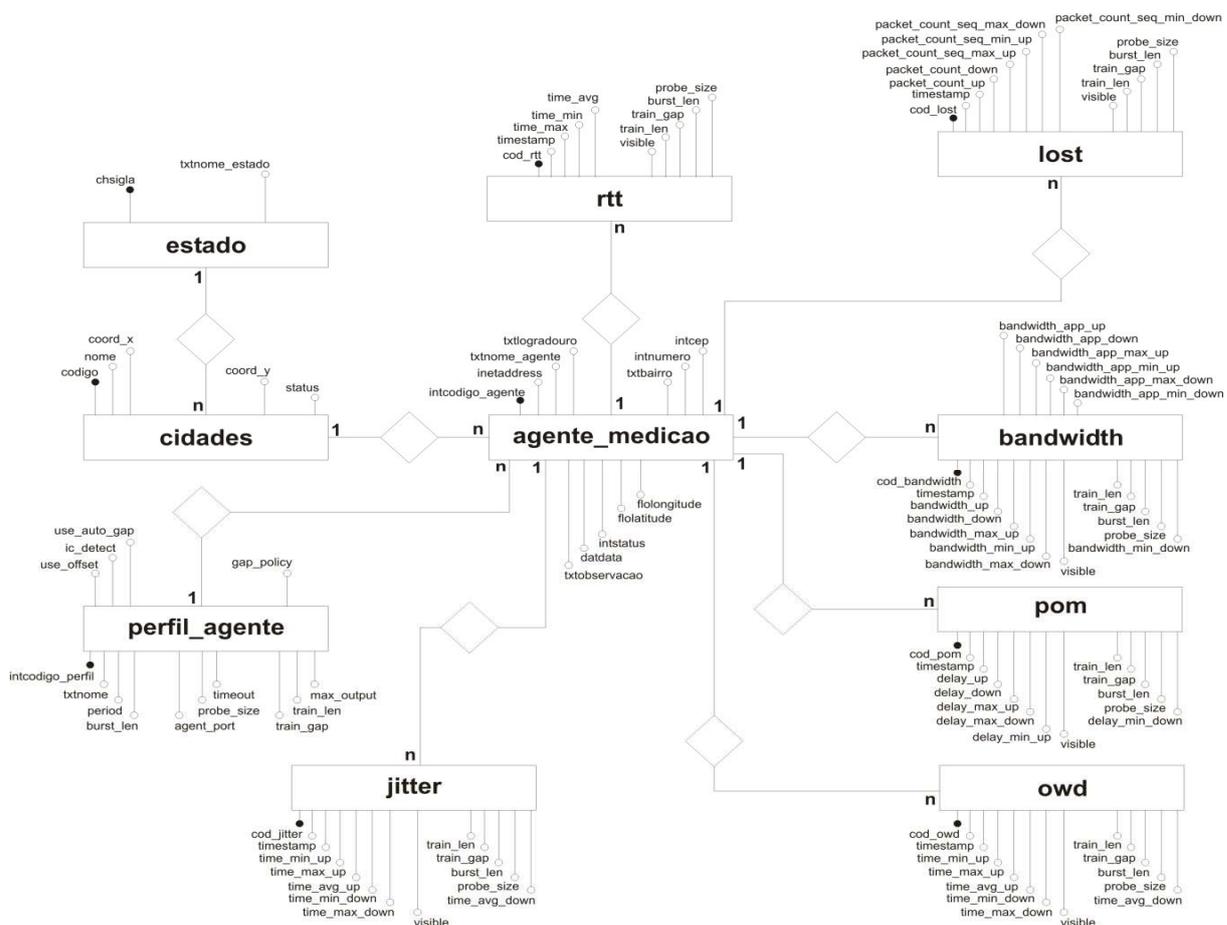


Figura 14 - Diagrama E-R do Netmetric

Para tanto, foi efetuada a correspondência de dados capturados no sistema Netmetric para os dados que o VisDamage utiliza, conforme a Tabela 2. Esta tabela representa os dados selecionados no Netmetric para análise e utilização pelo VisDamage.

Caso seja desejada a utilização de outro sistema de gerência de redes como fonte dos dados a serem analisados, apenas será necessária a carga de dados referente aos dados definidos na coluna VisDamage da Tabela 2, ou a utilização de uma visão de banco de dados que disponibilize as informações no formato adequado, caso em que haverá a possibilidade adicional de atualização de dados em tempo real, tornando o sistema útil não apenas para análise histórica, como também para visualização do que está ocorrendo na rede em um dado momento.

Tabela 2 - Mapeamento de dados Netmetric x VisDamage

| <b>Dado</b>                               | <b>Netmetric</b>              | <b>VisDamage</b>  |
|---|-------------------------------|-------------------|
| <b>Perda de pacotes/erros de envio</b>    | <i>lost.packet_count_up</i>   | <i>Lost Up</i>    |
| <b>Perda de pacotes/erros de recepção</b> | <i>lost.packet_count_down</i> | <i>Lost Down</i>  |
| <b>Atraso</b>                             | <i>owd.time_avg</i>           | <i>Delay</i>      |
| <b>Variação do atraso de recepção</b>     | <i>jitter.time_avg_up</i>     | <i>Jitter Out</i> |
| <b>Variação do atraso de envio</b>        | <i>jitter.time_avg_down</i>   | <i>Jitter In</i>  |

## 5.2 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO APLICADAS

A apresentação visual dos dados foi desenhada para possibilitar a representação do maior número de métricas de rede possível, além de permitir a visualização das correlações tanto das métricas entre si, quanto dessas com os elementos de rede envolvidos na geração/manipulação dos dados de desempenho mostrados.

O sistema inicialmente representa de forma gráfica a topologia da rede (ver exemplo na Figura 2), tendo posicionados próximos aos elementos da rede as

formas geométricas ou ícones referentes aos dados apresentados, de acordo com os mapeamentos exemplificados na próxima seção.

### 5.2.1 Forma de apresentação dos dados de gerência de rede

Para que uma maior quantidade de dados de gerência seja apresentada ao usuário simultaneamente, foi utilizada a técnica de representação por ícones, descrita na seção 4.1.3.

A ocorrência de falhas, tais como erros de comunicação ou perda de pacotes na rede foi representada através da variação da altura do ícone que representa a interface, conforme pode ser observado no exemplo da Figura 15, onde estão ilustrados ícones de duas interfaces com índices de perda de pacotes diferentes.

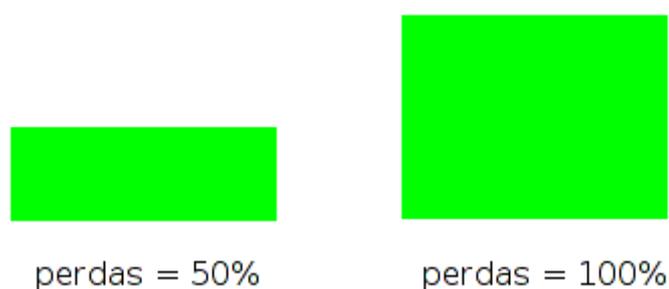


Figura 15 - Representação de perda de pacotes pela altura

A representação da variação de atraso na comunicação (*jitter*) foi realizada através da variação da cor, seguindo uma escala de cores variando de cores frias, para os menores valores, a cores quentes, para os maiores valores. A escala de cores utilizada no sistema está ilustrada na Figura 16.

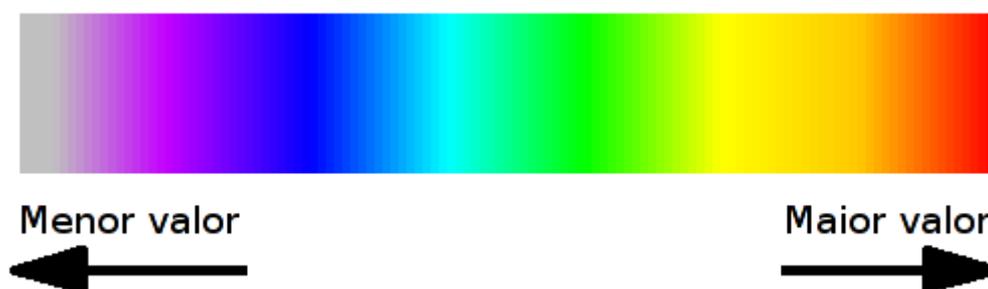
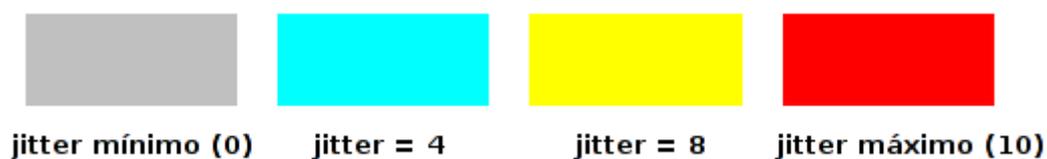


Figura 16 - Escala de cores

Um exemplo dessa representação pode ser observado na Figura 17, onde estão ilustrados ícones de interfaces com valores diferentes de variação de atraso na comunicação.

Figura 17 - Representação de variação de atraso na comunicação (*jitter*)

A representação de um valor de *jitter* que varie através do tempo é realizada com a variação da cor na extensão do ícone, em que o tempo é representado pelo eixo das abscissas (x), conforme pode ser observado no exemplo da Figura 18, onde está sendo ilustrada a variação de *jitter* com o tempo.

Figura 18 - Representação de variação do *jitter* com o tempo

A representação de mais dados simultaneamente pode ser efetuada através da combinação das propriedades no mesmo ícone. Na Figura 19 pode ser observada a variação de *jitter* e erros/perdas de comunicação com o decorrer do



Na Figura 21 está ilustrada a captura de tela de um ícone apresentado no sistema, onde estão representados o atraso na comunicação (*up* e *down*), *jitter* (*up* e *down*) e erros/perdas no canal de conexão (*link*) com o decorrer do tempo. O eixo de tempo está sendo representado pela seta colocada acima do ícone.

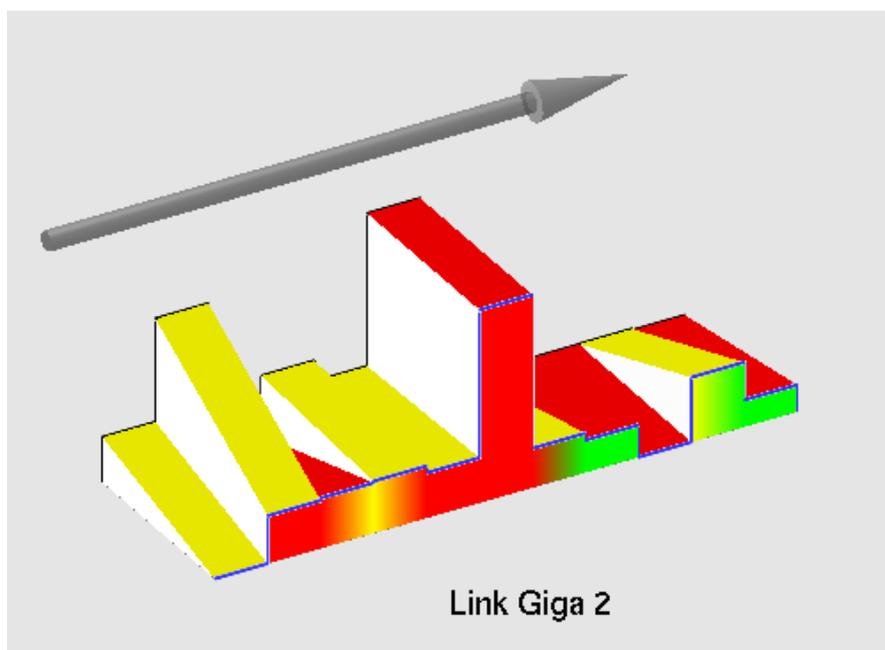


Figura 21 - Ícone consolidado representando múltiplas dimensões de dados

### 5.3 METADADOS

Como o objetivo do sistema é análise de dados de rede, os exemplos e descrição de funcionalidades apresentadas neste trabalho estão espelhando o mapeamento descrito na Tabela 2.

Entretanto, durante a fase de planejamento do VisDamage foi identificado que a ferramenta pode ser útil também para aplicações de outras áreas do conhecimento, devido a poder representar quaisquer informações escalares multidimensionais que o usuário desejar.

Para definir a correlação entre os dados e sua representação no sistema foram criados metadados, que indicam a organização dos dados, e que também são armazenados no SGBD.

Os metadados indicam o mapeamento de qual estatística ou conjunto de valores será representado em uma determinada característica do ícone consolidado, dentre as seguintes características possíveis no sistema:

- Altura frontal;
- Cor frontal;
- Altura posterior;
- Cor posterior;
- Cor superior.

Pelo mapeamento de metadados do sistema é possível, por exemplo, trocar o mapeamento de *jitter* (altura) – visto na Figura 29 - do elemento pelo mapeamento de perdas de pacotes (cor) – visto na Figura 17, resultando em possibilidades de visualização expandidas em relação ao que seria viável caso fosse optado pelo mapeamento estático de funções.

Além de permitir que os dados sejam representados onde forem visualmente mais perceptíveis, os metadados também definem a identificação, ou rótulo, do que está sendo apresentado no sistema, bem como qual a unidade padrão desse dado.

O VisDamage pode ser utilizado, então, para representar outros dados de áreas não-relacionadas à gerência de redes, pois tanto a disposição dos dados no ícone consolidado quanto os nomes e unidades podem ser atribuídos no momento em que os dados forem carregados no SGBD.

Isso amplia a gama de aplicações possíveis para o sistema apresentado, permitindo que ele seja utilizado para situações que enfrentem desafios similares de mineração e descoberta de informações, como na área de meteorologia, por exemplo. Na Figura 22 encontra-se um exemplo de uso do VisDamage, no qual está sendo representado um conjunto de dados meteorológicos da cidade de Porto Alegre<sup>9</sup> entre os dias 02/07/07 e 14/07/07.

---

<sup>9</sup> Os dados foram obtidos através de consulta ao site <http://www.weather.com>.

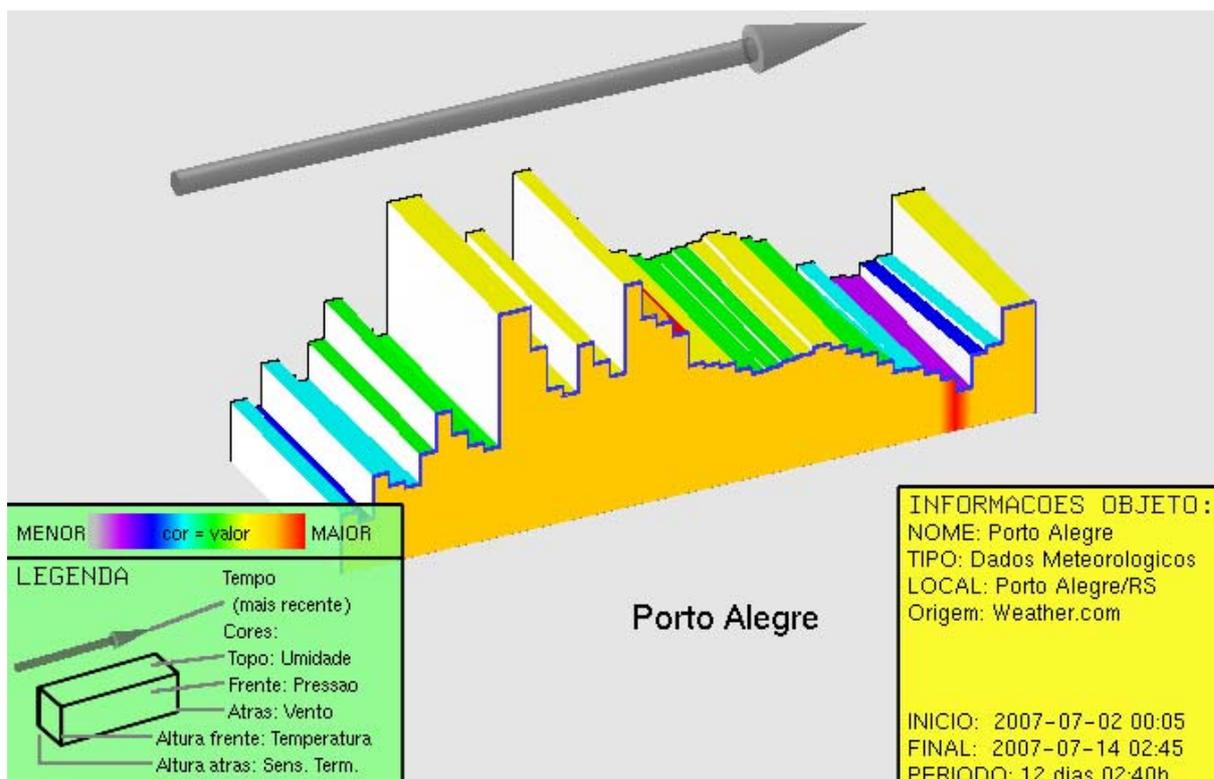


Figura 22 - Sistema representando dados meteorológicos

#### 5.4 FUNCIONALIDADES E INTERFACE

Foram implementadas as seguintes funcionalidades de visualização e análise de dados no VisDamage:

- **Visão Geral da Topologia** com ícones: para fornecer uma visão geral da topologia da rede representada, com ícones sobrepostos aos elementos representados, de forma a situar o usuário no universo sendo analisado;
- Visualização de **Zoom de Ícone**: para agregar a visualização de diferentes estatísticas do mesmo objeto de forma ampliada. As visualizações com ícones permitem ativar dicas de máximos do período;
- **Visão Explodida**: representação de gráficos distintos para um objeto, que fornece gráficos individualizados para cada métrica representada em um mesmo ícone ou objeto sob análise;
- **Comparações** de variáveis: apresentação de duas variáveis sendo comparadas para um mesmo objeto. Foram implementadas visualizações sobrepostas e paralelas espelhadas em relação ao eixo das abscissas(x);

- Visualização de **Gráfico Individual**: cada estatística representada pode ser individualmente explorada na forma de um gráfico de linha individual;
- **Seleção de Tempo e Atualização Automática**: para que o VisDamage possa ser utilizado tanto para análise histórica quanto para monitoramento em tempo real de uma rede.

O acesso às diversas funcionalidades do VisDamage está disposto hierarquicamente conforme representação da Figura 23, onde o nó Raiz da árvore representa a visualização inicial, mais geral e abrangente do comportamento da rede como um todo, e os ramos inferiores representam visualizações que proporcionam maior detalhamento sobre as informações individuais coletadas nos elementos da rede.

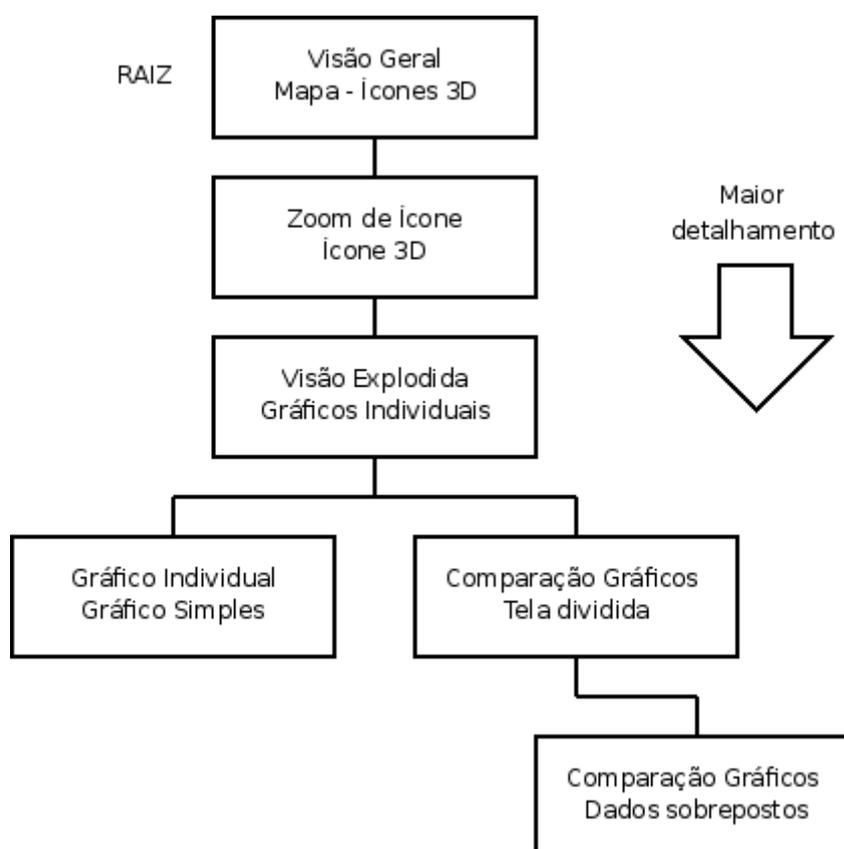


Figura 23 - Hierarquia de funções do VisDamage

Nas seções a seguir será descrito o funcionamento de cada uma das funcionalidades listadas.

### 5.4.1 Visão Geral da Topologia

Para que seja mais intuitiva a interpretação dos resultados de gerência que estão sendo analisados, a topologia da rede pode ser previamente definida em um arquivo do tipo JPEG<sup>10</sup>. Se esse arquivo não estiver presente, perde-se apenas a funcionalidade de apresentação do mapa de topologia, sem detrimento das demais funções do VisDamage.

O arquivo com a informação da topologia da rede é carregado no VisDamage durante a inicialização do sistema. Quando o usuário abre a interface gráfica do VisDamage inicialmente, lhe é apresentada a topologia da rede, conforme ilustrado na Figura 24.

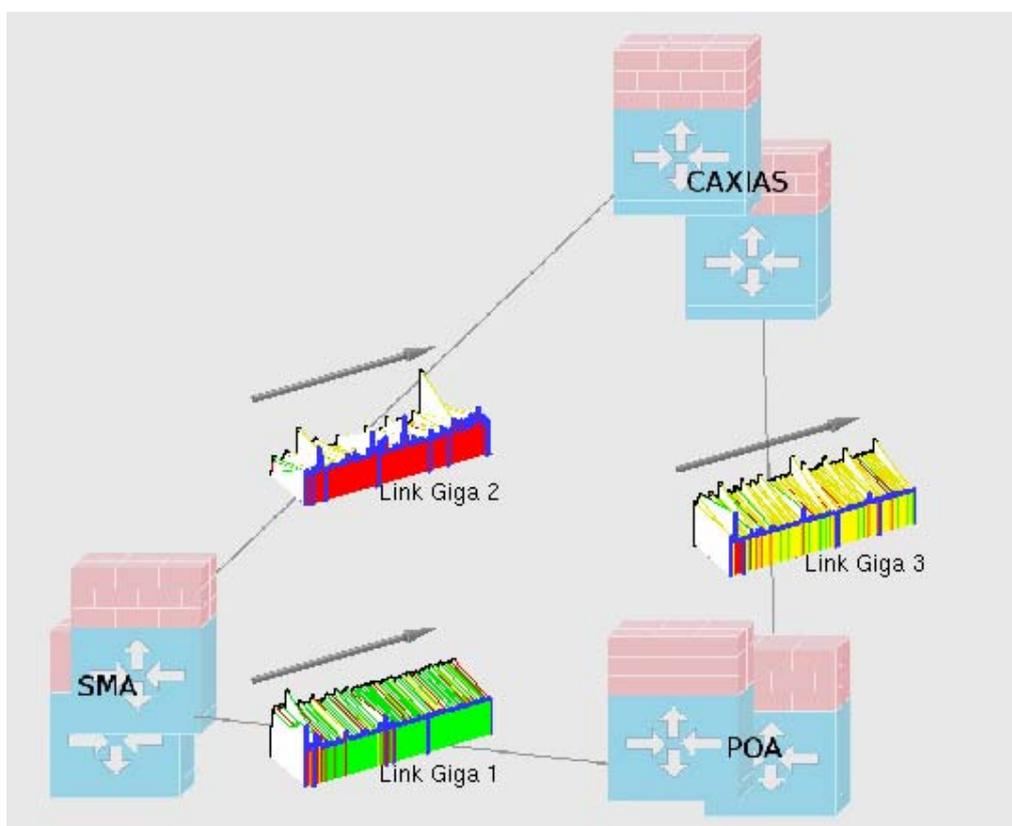


Figura 24 - Apresentação inicial da interface do VisDamage

Essa visualização inicial apresenta o mapeamento padrão entre métricas e formas dos ícones na topologia mostrada, descrito na seção 5.2.1.

<sup>10</sup> JPEG é um acrônimo em inglês para *Joint Photographic Experts Group*, que é o nome do grupo que trabalhou na definição do padrão homônimo para compressão de imagens. Maiores informações sobre esse formato de arquivo podem ser obtidas em <http://www.w3.org/Graphics/JPEG/>.

A apresentação dos dados de gerência é realizada através da sobreposição dos ícones no mapa de topologia, próximos aos elementos que estes representam, quer seja uma interface de rede, um canal de conexão entre dois equipamentos ou dois pontos distintos da rede.

No caso, como está sendo utilizado o Netmetric como fonte de dados, estão sendo apresentados objetos equivalentes a circuitos de dados, também denominados *links*, cujo comportamento foi capturado pelo Netmetric.

Está disponível a opção de **alterar o posicionamento dos ícones apresentados** no mapa de topologia, com um simples arrastar-e-soltar usando o mouse, quando essa opção estiver ativada. Esse posicionamento é salvo no SGBD e carregado da próxima vez que o sistema for utilizado, para que não seja necessário repetir a operação de ajuste da posição dos elementos no mapa.

A interface apresentada permite que seja selecionada uma porção menor da rede, de forma a focar na área sendo analisada, ou naquele elemento em que se suspeitar que haja um problema. Essa seleção, ou *zoom*, é feita com o botão central (roda de rolagem ou *scroll*) do mouse, diretamente na interface gráfica. Ao girar o *scroll* para cima ou para baixo, altera-se o nível de *zoom* da imagem, e ao pressionar o botão do meio e arrastá-lo, navega-se pela topologia apresentada na tela.

#### 5.4.2 Zoom de Ícone

O usuário ainda pode selecionar um elemento de rede para o qual queira visualizar mais informações, efetuando um duplo-clique com o mouse no elemento ou ícone que representa suas métricas, e dessa forma ter acesso isolado ao ícone, sem a apresentação da topologia. Isso permite um maior detalhamento gráfico dos dados representados, conforme apresentado na Figura 21. Essa função de detalhamento do ícone possibilita que o usuário explore apenas um dos elementos representados no mapa, mas ainda sendo representado como um ícone consolidado.

Nas visualizações “Visão Geral” e “Zoom de Ícone” (Figura 23), é possível a ativação de uma dica visual sobre os valores máximos apresentados pelas grandezas representadas. Essa ativação de dicas adiciona setas nos ícones para

cada ocorrência do valor máximo daquela grandeza sendo apresentada na tela, o que pode auxiliar na identificação de eventos que afetaram simultaneamente os diversos parâmetros de rede consolidados no ícone, conforme pode ser visto na Figura 25.

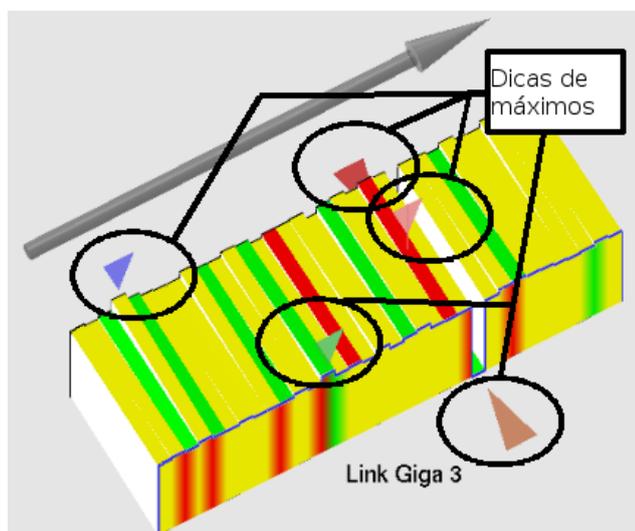


Figura 25 - Dicas visuais de valores máximos

### 5.4.3 Visão Explodida

Para permitir uma exploração de estatísticas individuais são disponibilizados também gráficos de linha para cada estatística. Com este recurso é possível que o usuário efetue a denominada “explosão” do ícone em gráficos separados para cada uma das grandezas representadas, conforme ilustrado na Figura 26.

### 5.4.4 Gráfico Individual

A partir dessa visualização “explodida”, é possível um novo detalhamento efetuando um novo duplo-clique no ícone apresentado, o que irá conduzir a um gráfico individual de estatística, conforme o exemplo apresentado na Figura 27.

O gráfico individual contém o maior detalhamento de uma variável que o VisDamage proporciona.

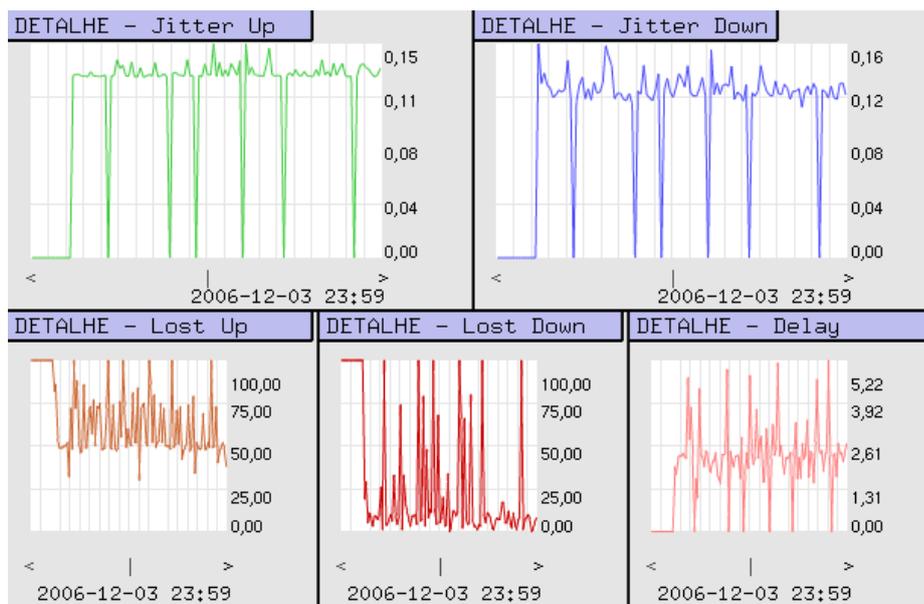


Figura 26 - Detalhamento dos dados de um ícone

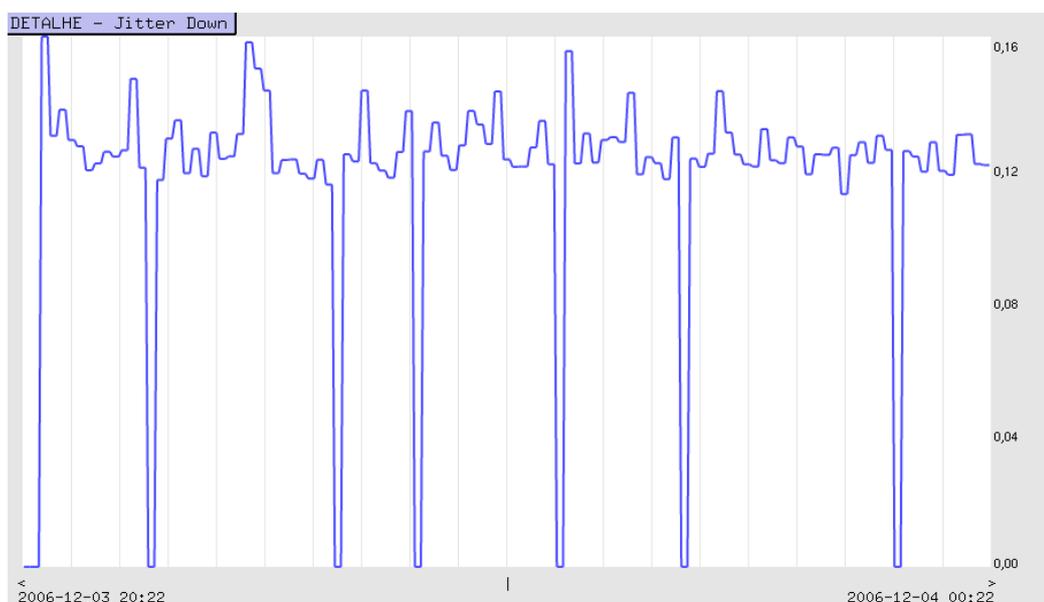


Figura 27 - Gráfico Individual

#### 5.4.5 Comparação Split-Screen

Também é possível, a partir da visualização da Figura 26, efetuar a comparação de duas grandezas, ao selecionar um gráfico, clicar com o botão esquerdo e arrastar o mouse com o botão pressionado até o gráfico com o qual se deseja efetuar a comparação. Há uma dica visual da ação durante esse procedimento, conforme pode ser visto na Figura 28.

A apresentação inicial de comparação, denominada comparação de tela dividida (ou *split-screen*), consiste nos dois gráficos previamente selecionados dispostos simetricamente em relação ao eixo das abscissas (x), cada um com sua escala de valores individual. Neste formato, as escalas utilizadas no eixo das ordenadas (y) não demonstram relação de um gráfico para outro, podendo um estar representando dados na casa de centenas e outro na casa de milhares. Para que a escala seja normalizada entre os dois gráficos ou não, basta pressionar a tecla 'N' – isso funciona em qualquer visualização disponível no VisDamage. Nas figuras 29 e 30 estão apresentadas respectivamente as visualizações normalizada e não-normalizada dessa comparação para o mesmo conjunto de dados.

#### 5.4.6 Comparação Sobreposta

A partir da comparação de tela dividida, é possível alterar o modo para a comparação sobreposta, ao efetuar um duplo-clique com o botão esquerdo do mouse. A visualização de duas estatísticas sobrepostas está representada na Figura 31.

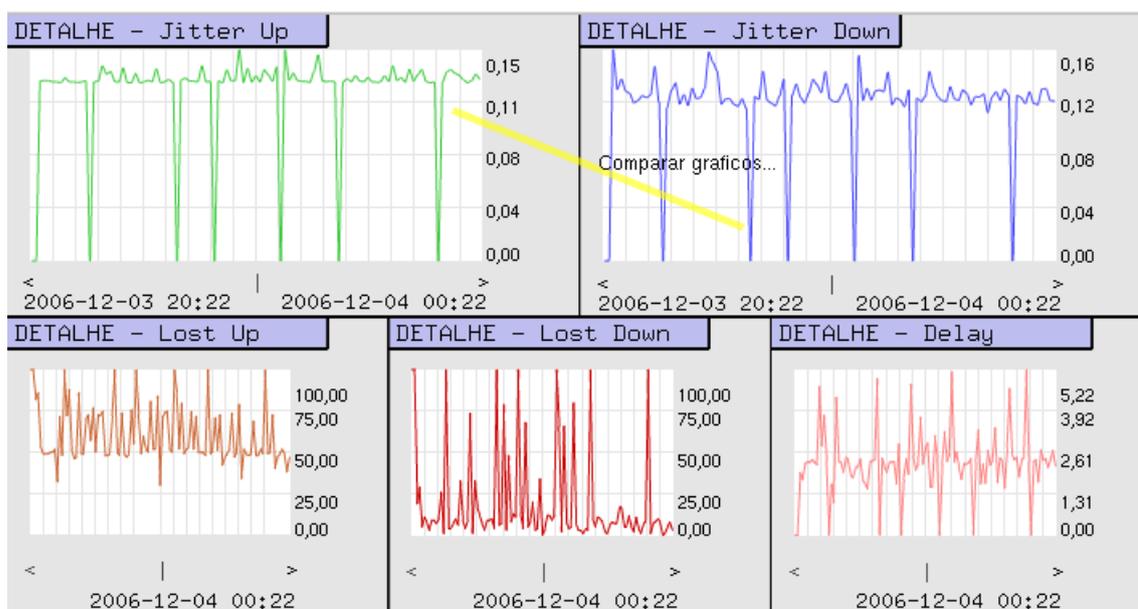


Figura 28 - Seleção de gráficos para comparação

Além de poder mostrar as estatísticas normalizadas, com o valor máximo único para diferentes estatísticas no caso de comparações, o sistema permite que a escala seja alterada para representar valores entre o mínimo e o máximo do período apresentado.

Isso é útil para quando deseja-se analisar dados cuja variação no período é pequena e necessita-se que essa pequena diferença seja ressaltada para acompanhamento ou comparação.

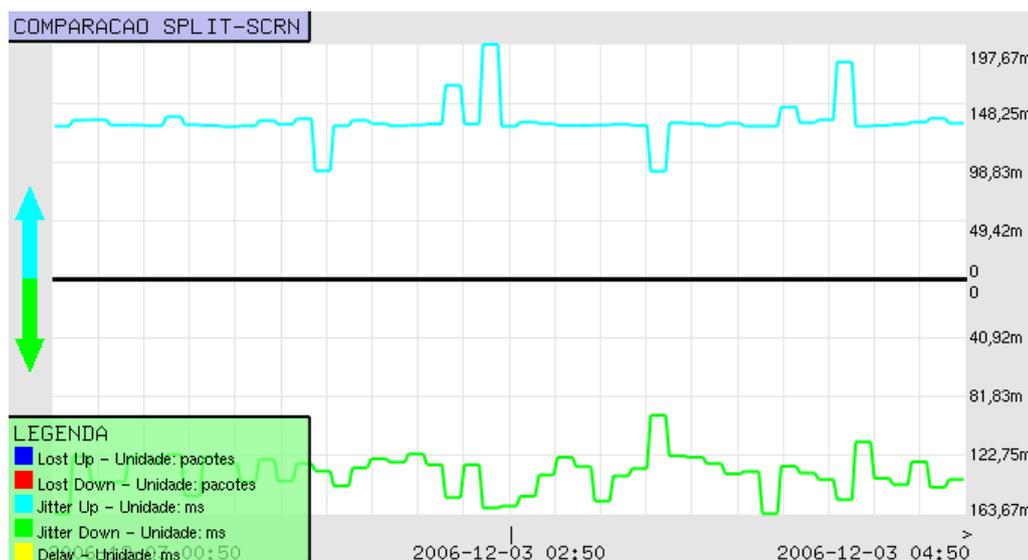


Figura 29 - Comparação *split-screen* normalizada

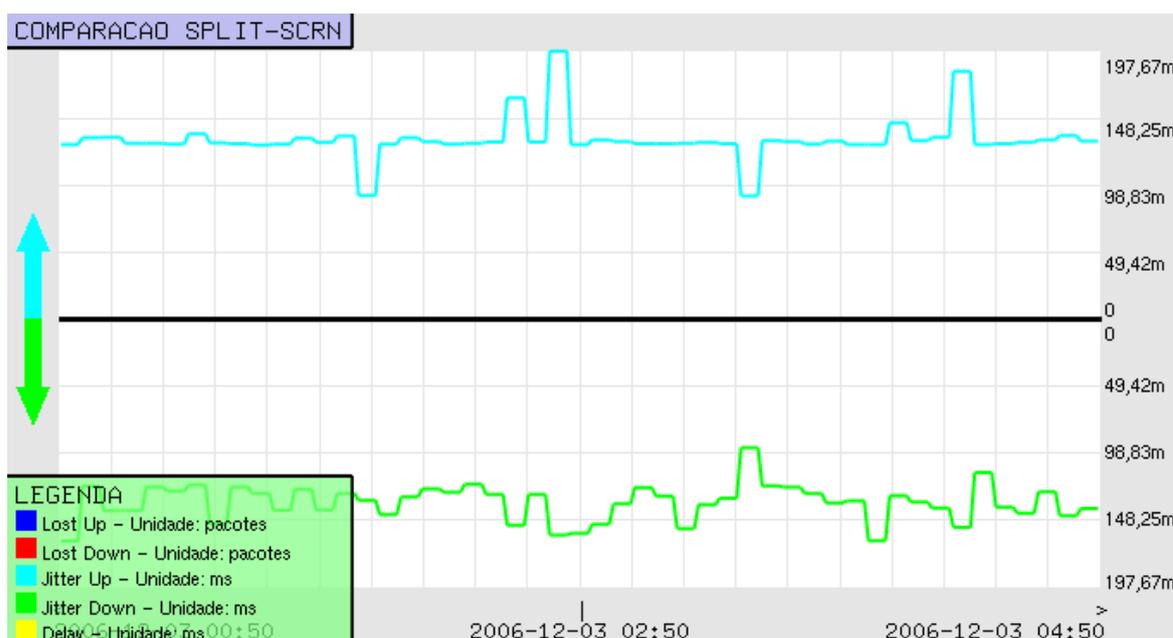


Figura 30 - Comparação *split-screen* não-normalizada

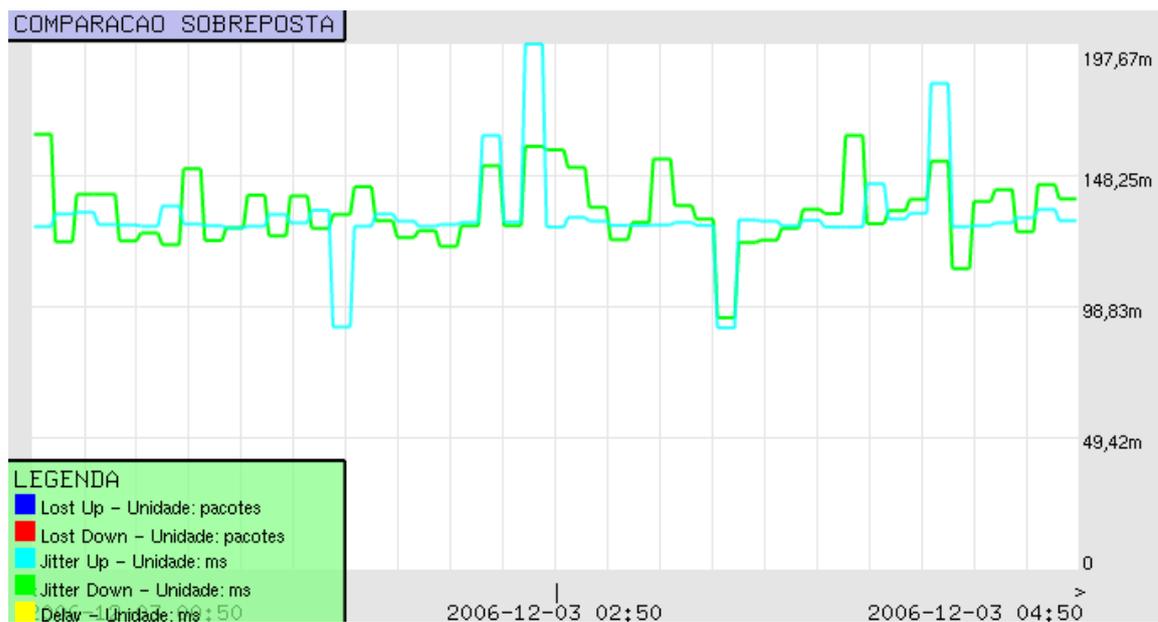


Figura 31 - Comparação de estatísticas sobrepostas

Nas figuras 32 e 33 está um exemplo de representação pelo VisDamage utilizando as escalas de zero ao máximo e de mínimo ao máximo para gráficos, onde é possível perceber o ganho que esse ajuste adicional na escala proporciona na análise das mesmas informações.

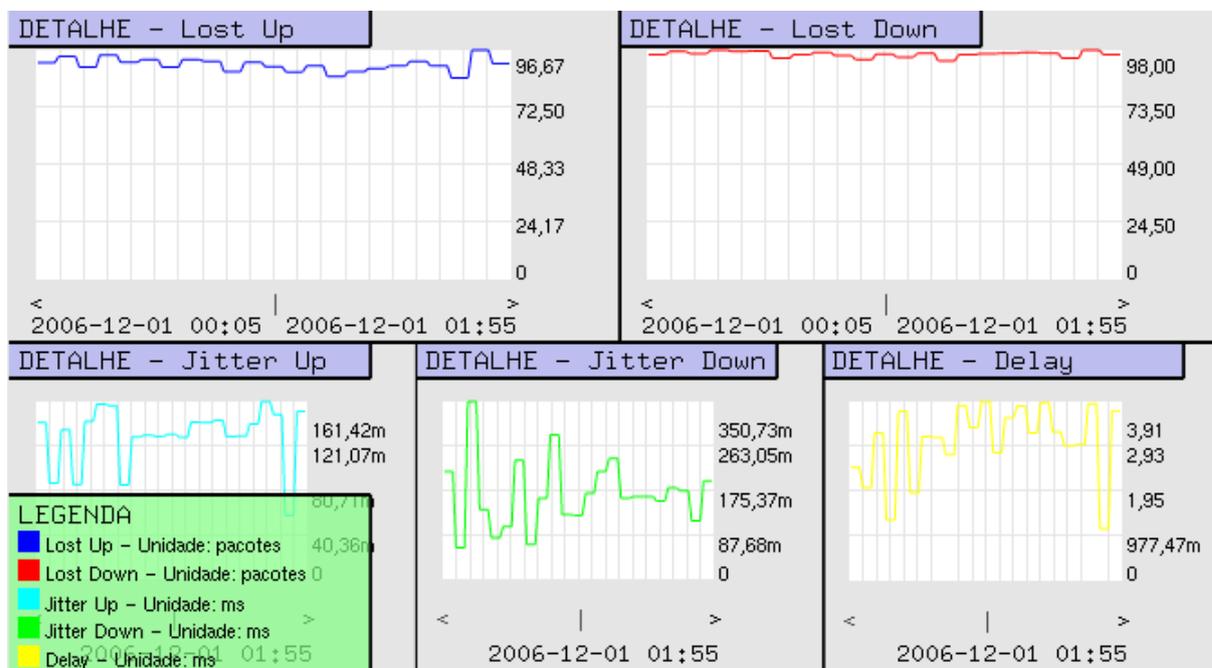


Figura 32 - Gráfico com escala de zero ao máximo do período

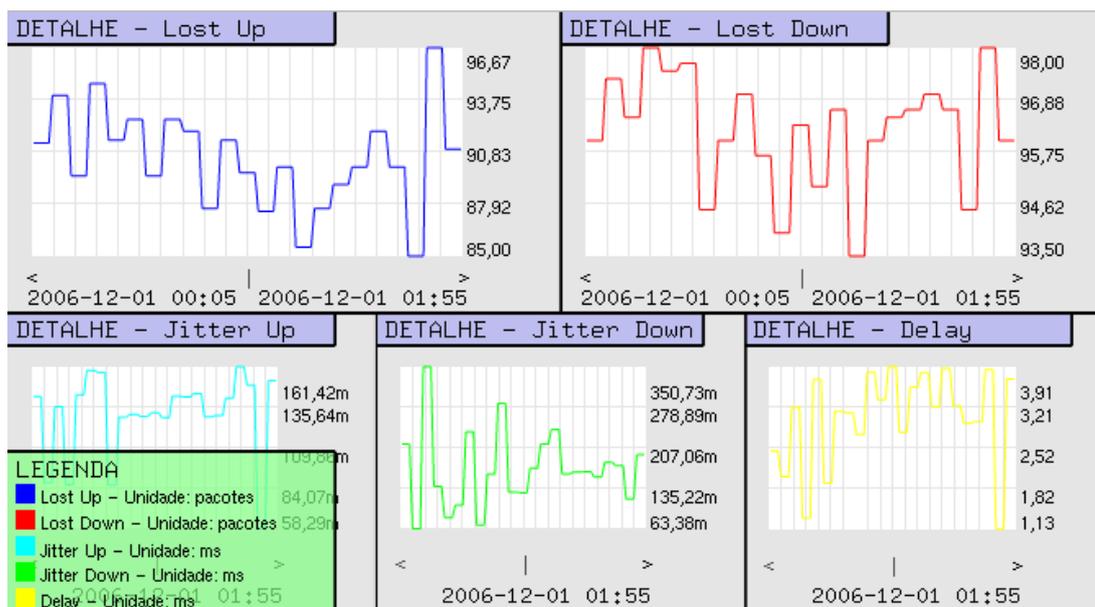


Figura 33 - Gráfico com escala do mínimo ao máximo do período

Na visualização dos ícones consolidados, a alteração do valor mínimo da escala também apresenta ganhos, uma vez que alterações sutis nos valores representados por cores no ícone podem não ser aparentes na escala padrão.

Quando alterado o valor da escala de zero para o mínimo, o ícone apresenta toda a gama de cores possível, ampliando a percepção de diferenças dos valores, conforme exemplo das figuras 34 e 35.

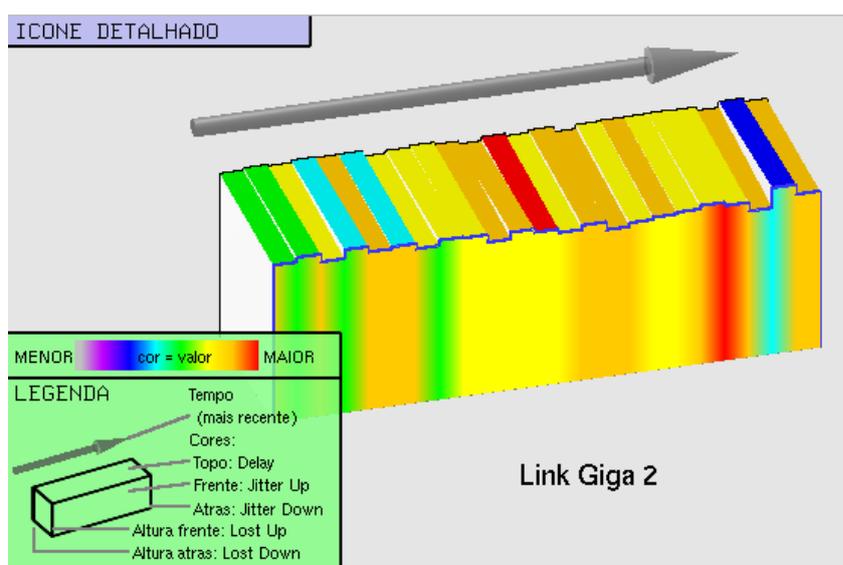


Figura 34 - Ícone com escala de zero ao máximo do período

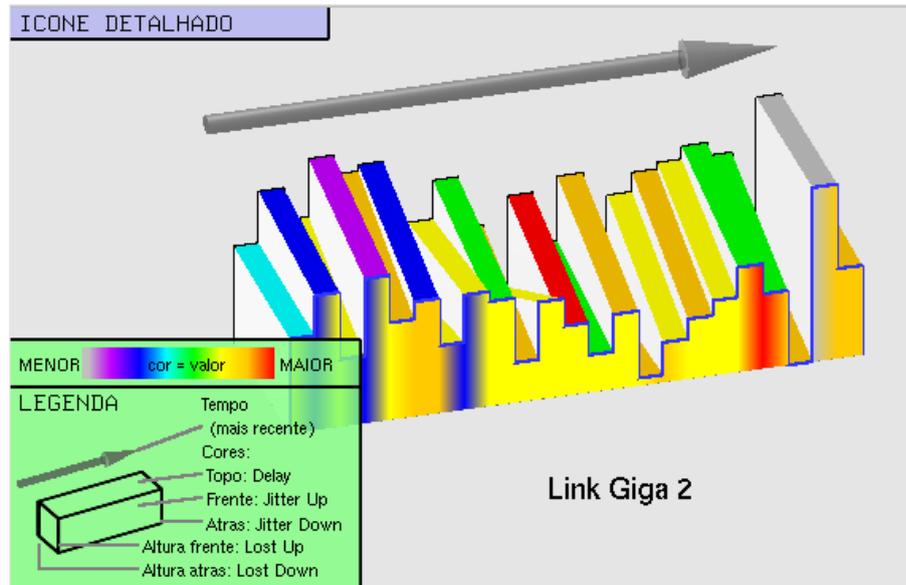


Figura 35 - Ícone com escala do mínimo ao máximo do período

#### 5.4.7 Seleção de Tempo

Para efetuar a seleção do tempo que está sendo representado no ícone ou gráfico apresentado, é possível utilizar um controle padronizado de data e hora para selecionar a data e hora iniciais e finais que o gráfico irá apresentar, conforme ilustrado na Figura 36.

Hora Inicial: 20 <sup>^</sup>h 22 <sup>^</sup>min

dezembro 2006

| Dom | Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | Sáb |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |     |     |     |     | 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  |     |     |     |     |     |     |

Hora Final: 0 <sup>^</sup>h 22 <sup>^</sup>min

dezembro 2006

| Dom | Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | Sáb |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |     |     |     |     | 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  |     |     |     |     |     |     |

Figura 36 - Controle de data e hora

Também é possível efetuar a seleção do período representado com o mouse em qualquer modo de visualização. Para acessar o controle de seleção de período com o mouse, deve-se clicar com o botão direito e movê-lo. Será apresentado um diálogo com ícones referentes ao início, janela e fim do período. Ao clicar com o botão esquerdo e arrastar um desses ícones para a esquerda e direita, os dados refletirão em tempo real essa alteração de período.

Na Figura 37 está ilustrada a tela que permite a alteração de período com o mouse.

Para desativar esse controle, basta clicar com o mouse fora da janela de seleção.



Figura 37 - Controle de período com uso do mouse

#### 5.4.8 Atualização Automática

Para expandir as possibilidades de uso do VisDamage além de análise histórica de dados, permitindo também que ele seja usado para monitoramento do que ocorre em tempo real em uma rede, há uma opção de atualização automática.

Quando ativada, essa opção faz com que o sistema consulte os dados mais recentes do SGBD e atualize a visão atual na tela periodicamente entre 1 e 15 minutos, tempo configurável pelo usuário conforme o controle apresentado na Figura 38.

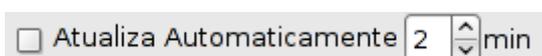


Figura 38 - Controle de atualização automática

É necessário que o processo ou sistema externo que obtém os dados de gerência insira-os no banco de dados do VisDamage periodicamente para que os dados mais atuais possam ser exibidos.

## 5.5 TECNOLOGIAS EMPREGADAS

A utilização de tecnologias abertas na construção do VisDamage permite que o sistema seja estendido com maior facilidade no futuro, bem como viabiliza seu uso irrestrito por empresas ou indivíduos interessados, mantendo a possibilidade de que o núcleo básico do sistema ou a sua interface sejam utilizados como base para aprimoramentos.

O SGBD utilizado para a implementação do sistema foi o PostgreSQL 8, que possui muitas características de sistemas gerenciadores de banco de dados comercialmente disponíveis, pode ser utilizado sem custos e conta com vantagens relativas à sua disponibilidade para diversas plataformas de *hardware* e sistemas operacionais.

Para a escolha da biblioteca de programação gráfica, foram levados em conta os seguintes critérios:

- Funcionalidades pretendidas: requisitos de navegabilidade da interface;
- Ambiente no qual será usado: o uso de sistemas desse tipo está concentrado em ambientes corporativos, que possuem tanto *desktops* Windows quanto estações Unix;
- Características do Fluxo de Dados: necessidade de fluxo de dados entre o sistema cliente da aplicação e o SGBD que contém as informações sob análise;
- Escalabilidade: o sistema deve atender com desempenho adequado desde redes pequenas até redes com elevado número de elementos;
- Portabilidade: o sistema deve permitir o uso em diferentes sistemas operacionais.

Os critérios apresentados foram atendidos com a implementação do VisDamage utilizando a biblioteca gráfica OpenGL.

Devido ao conhecimento de programação existente com a biblioteca OpenGL na linguagem de programação C++, optou-se por efetuar o desenvolvimento do protótipo nessa linguagem.

A utilização de uma biblioteca de interface gráfica para o sistema também se revelou uma escolha crucial, tendo em vista que sua interface é aspecto primordial no sistema, e por ser desejado que a flexibilidade e disponibilidade em múltiplas plataformas fossem também características do VisDamage. Ao escolher a biblioteca *wxWidgets* esse requisito não funcional foi atendido, pois embora o sistema tenha sido realizado em ambiente GNU/Linux, também estão disponíveis versões compatíveis com sistemas Mac OS, Microsoft Windows e Sun Solaris, entre outros.

## 5.6 MODELAGEM DO SISTEMA

Nas seções a seguir apresenta-se a modelagem das funcionalidades identificadas para o sistema VisDamage, elaborada com a utilização da linguagem UML (UNIFIED MODELING..., 2007).

### 5.6.1 Diagrama de Casos de Uso

A Figura 39 apresenta o diagrama de casos de uso do VisDamage.

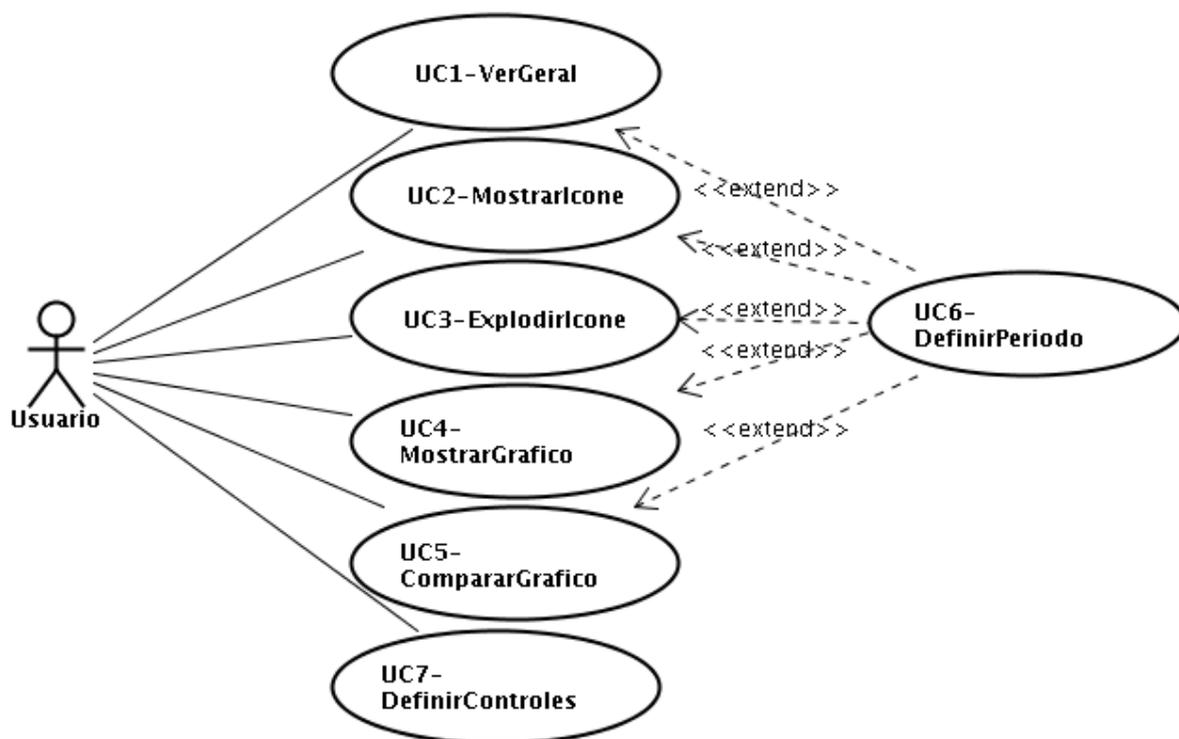


Figura 39 - Diagrama de Casos de Uso do VisDamage

## 5.6.2 Descrição dos Casos de Uso

Nas seções a seguir apresenta-se o detalhamento dos casos de uso do VisDamage apresentados na Figura 39.

### 5.6.2.1 UC1 – Ver Geral

Tabela 3 - Descrição do Caso de Uso Ver Geral

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Identificação do Caso de Uso</b> | UC1  |
| <b>Nome do Caso de Uso</b>          | Ver Geral  |
| <b>Ator(es)</b>                     | Usuário  |
| <b>Descrição</b>                    | Neste caso de uso é apresentado um panorama geral de objetos sob análise, opcionalmente com o mapa de topologia ao fundo.  |
| <b>Pré-condições</b>                | Dados armazenados no banco de dados.   |
| <b>Pós-condições</b>                | Usuário detém um conhecimento geral sobre a topologia e estado dos objetos sob análise.  |
| <b>Cenário principal</b>            | 1 – Este caso de uso começa quando o Usuário executa o Sistema inicialmente.<br>2 – O Sistema consulta o banco de dados.(EXC1)<br>3 – O Sistema apresenta o mapa de topologia para o Usuário, com a visualização das últimas 24 horas armazenadas no banco de dados. |
| <b>Cenário alternativo</b>          |  |
| <b>Exceções</b>                     | EXC1 – Fluxo Exceção 1 – Falha na execução do procedimento<br>2.EXC1 – O sistema não consegue se comunicar com o banco de  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
|                            | dados.<br>3.EXC1 – Operação finalizada. |
| <b>Inclusão (includes)</b> |   |
| <b>Extensões (extend)</b>  | UC6-Definir Período                     |
| <b>Regras de Negócio</b>   |   |

### 5.6.2.2 UC2 – Mostrar Ícone

Tabela 4 - Descrição do Caso de Uso Mostrar Ícone

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Identificação do Caso de Uso</b> | UC2  |
| <b>Nome do Caso de Uso</b>          | Mostrar Ícone  |
| <b>Ator(es)</b>                     | Usuário  |
| <b>Descrição</b>                    | Neste caso de uso é apresentada uma aproximação do ícone de um dos objetos sob análise.  |
| <b>Pré-condições</b>                | Dados armazenados no banco de dados.<br>UC1 ou UC3.  |
| <b>Pós-condições</b>                | Usuário detém um conhecimento geral sobre o estado de estatísticas consolidadas de um dos objetos sob análise.   |
| <b>Cenário principal</b>            | 1 – Este caso de uso começa quando o Usuário efetua a seleção de um dos ícones apresentados no Caso de Uso UC1 ou retorna da visão explodida apresentada no Caso de Uso UC3.<br>2 – O Sistema consulta o banco de dados.(EXC1)<br>3 – O Sistema apresenta uma visualização aproximada de apenas um dos ícones apresentados no mapa de topologia ao Usuário, mantendo a opção de seleção de tempo previamente definida. |
| <b>Cenário alternativo</b>          |  |
| <b>Exceções</b>                     | EXC1 – Fluxo Exceção 1 – Falha na execução do procedimento<br>2.EXC1 – O sistema não consegue se comunicar com o banco de dados.<br>3.EXC1 – Operação finalizada.  |
| <b>Inclusão (includes)</b>          |  |
| <b>Extensões (extend)</b>           | UC6-Definir Período  |
| <b>Regras de Negócio</b>            |  |

### 5.6.2.3 UC3 – Explodir Ícone

Tabela 5 - Descrição do Caso de Uso Explodir Ícone

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Identificação do Caso de Uso</b> | UC3  |
| <b>Nome do Caso de Uso</b>          | Explodir Ícone   |
| <b>Ator(es)</b>                     | Usuário  |
| <b>Descrição</b>                    | Neste caso de uso são apresentados gráficos das diversas estatísticas do objeto sob análise.   |
| <b>Pré-condições</b>                | Dados armazenados no banco de dados.<br>UC2 ou UC4.  |
| <b>Pós-condições</b>                | Usuário detém conhecimento específico sobre o estado de estatísticas individuais do objeto sob análise.  |
| <b>Cenário principal</b>            | 1 – Este caso de uso começa quando o Usuário seleciona a opção de detalhamento no Caso de Uso UC2 ou retorna da visão individual de estatística apresentada no Caso de Uso UC4.<br>2 – O Sistema consulta o banco de dados.(EXC1)<br>3 – O Sistema apresenta a visualização dos diversos gráficos representativos de cada grandeza sendo representada para o objeto ao Usuário, mantendo a opção de seleção de tempo previamente definida. |
| <b>Cenário alternativo</b>          |  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Exceções</b>            | EXC1 – Fluxo Exceção 1 – Falha na execução do procedimento<br>2.EXC1 – O sistema não consegue se comunicar com o banco de dados.<br>3.EXC1 – Operação finalizada. |
| <b>Inclusão (includes)</b> |   |
| <b>Extensões (extend)</b>  | UC6-Definir Período   |
| <b>Regras de Negócio</b>   |   |

#### 5.6.2.4 UC4 – Mostrar Gráfico

Tabela 6 - Descrição do Caso de Uso Mostrar Gráfico

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Identificação do Caso de Uso</b> | UC4   |
| <b>Nome do Caso de Uso</b>          | Mostrar Gráfico   |
| <b>Ator(es)</b>                     | Usuário   |
| <b>Descrição</b>                    | Neste caso de uso é apresentado o gráfico individual de uma estatística do objeto sob análise.  |
| <b>Pré-condições</b>                | Dados armazenados no banco de dados.<br>UC3.  |
| <b>Pós-condições</b>                | Usuário detém o conhecimento específico sobre o estado de uma determinada estatística do objeto sob análise.  |
| <b>Cenário principal</b>            | 1 – Este caso de uso começa quando o Usuário seleciona a opção de detalhamento individual de estatística apresentada no Caso de Uso UC4.<br>2 – O Sistema consulta o banco de dados.(EXC1)<br>3 – O Sistema apresenta a visualização do gráfico representativo da grandeza selecionada ao Usuário, mantendo a opção de seleção de tempo previamente definida. |
| <b>Cenário alternativo</b>          |   |
| <b>Exceções</b>                     | EXC1 – Fluxo Exceção 1 – Falha na execução do procedimento<br>2.EXC1 – O sistema não consegue se comunicar com o banco de dados.<br>3.EXC1 – Operação finalizada.   |
| <b>Inclusão (includes)</b>          |   |
| <b>Extensões (extend)</b>           | UC6-Definir Período   |
| <b>Regras de Negócio</b>            |   |

#### 5.6.2.5 UC5 – Comparar Gráfico

Tabela 7 - Descrição do Caso de Uso Comparar Gráfico

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Identificação do Caso de Uso</b> | UC5  |
| <b>Nome do Caso de Uso</b>          | Comparar Gráfico   |
| <b>Ator(es)</b>                     | Usuário  |
| <b>Descrição</b>                    | Neste caso de uso são apresentados gráfico de duas estatísticas do objeto sob análise.   |
| <b>Pré-condições</b>                | Dados armazenados no banco de dados.<br>UC4 ou UC5.  |
| <b>Pós-condições</b>                | Usuário detém o conhecimento específico sobre o estado de uma determinada estatística do objeto sob análise.   |
| <b>Cenário principal</b>            | 1 – Este caso de uso começa quando o Usuário seleciona duas estatísticas apresentadas no Caso de Uso UC4 para comparação, ou efetua um duplo-clique durante o próprio UC5.<br>2 – O Sistema consulta o banco de dados.(EXC1)<br>3 – O Sistema apresenta a visualização dos gráficos representativos das duas grandeza selecionadas ao Usuário na forma de tela dividida horizontalmente, mantendo a opção de seleção de tempo previamente definida. (ALT1) |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Cenário alternativo</b> | ALT1 – Fluxo Alternativo 1 – Usuário executou o passo 1 no cenário principal do UC5<br>3.ALT1 - O Sistema apresenta a visualização dos gráficos representativos das duas grandeza selecionadas ao Usuário de forma sobreposta, mantendo a opção de seleção de tempo previamente definida. |
| <b>Exceções</b>            | EXC1 – Fluxo Exceção 1 – Falha na execução do procedimento<br>2.EXC1 – O sistema não consegue se comunicar com o banco de dados.<br>3.EXC1 – Operação finalizada.   |
| <b>Inclusão (includes)</b> |   |
| <b>Extensões (extend)</b>  | UC6-Definir Período   |
| <b>Regras de Negócio</b>   |   |

### 5.6.2.6 UC6 – Definir Período

Tabela 8 - Descrição do Caso de Uso Definir Período

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Identificação do Caso de Uso</b> | UC6  |
| <b>Nome do Caso de Uso</b>          | Definir Período  |
| <b>Ator(es)</b>                     | Usuário  |
| <b>Descrição</b>                    | Neste caso de uso o Usuário efetua a seleção do período a ser apresentado para determinada visão selecionada.  |
| <b>Pré-condições</b>                | Dados armazenados no banco de dados.   |
| <b>Pós-condições</b>                | O Sistema mostra os dados referentes ao período selecionado no gráfico ou ícone apresentado.   |
| <b>Cenário principal</b>            | 1 – Este caso de uso começa quando o Usuário seleciona a opção de alteração de período de visualização.<br>2 – O Sistema consulta o banco de dados. (EXC1)<br>3 – O Sistema atualiza em tempo real o período de seleção dos dados, exibindo na tela os dados referentes ao período desejado. |
| <b>Cenário alternativo</b>          |  |
| <b>Exceções</b>                     | EXC1 – Fluxo Exceção 1 – Falha na execução do procedimento<br>2.EXC1 – O sistema não consegue se comunicar com o banco de dados.<br>3.EXC1 – Operação finalizada.  |
| <b>Inclusão (includes)</b>          |  |
| <b>Extensões (extend)</b>           |  |
| <b>Regras de Negócio</b>            |  |

### 5.6.2.7 UC7 – Definir Controles

Tabela 9 - Descrição do Caso de Uso Definir Controles

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Identificação do Caso de Uso</b> | UC7  |
| <b>Nome do Caso de Uso</b>          | Definir Controles  |
| <b>Ator(es)</b>                     | Usuário  |
| <b>Descrição</b>                    | Neste caso de uso o Usuário efetua a seleção dos controles e dicas a serem apresentados e usados para manipulação da visualização apresentada.   |
| <b>Pré-condições</b>                | Dados armazenados no banco de dados.   |
| <b>Pós-condições</b>                | O Sistema mostra os controles ou dicas selecionados pelo Usuário.  |
| <b>Cenário principal</b>            | 1 – A partir do menu ou das teclas de atalho disponíveis no menu “Ajuda” do Sistema, o Usuário escolhe e opção desejada.<br>2 – O Sistema apresenta ou oculta a opção selecionada pelo Usuário, dentre as opções listadas a seguir:<br>2a – Seleção de período por controles;<br>2b – Seleção de período gráfica;<br>2c – Legenda; |

|                            |   |
|----------------------------|---|
|                            | 2d – Linha do Tempo (UC1 e UC2);<br>2e – Informações do Objeto;<br>2f – Dicas;<br>2g – Contorno do ícone (UC1 e UC2); |
| <b>Cenário alternativo</b> |   |
| <b>Exceções</b>            |   |
| <b>Inclusão (includes)</b> |   |
| <b>Extensões (extend)</b>  |   |
| <b>Regras de Negócio</b>   |   |

### 5.6.3 Diagrama E-R do Banco de Dados

Na Figura 40 encontra-se o diagrama E-R das tabelas do SGBD que o VisDamage utiliza.

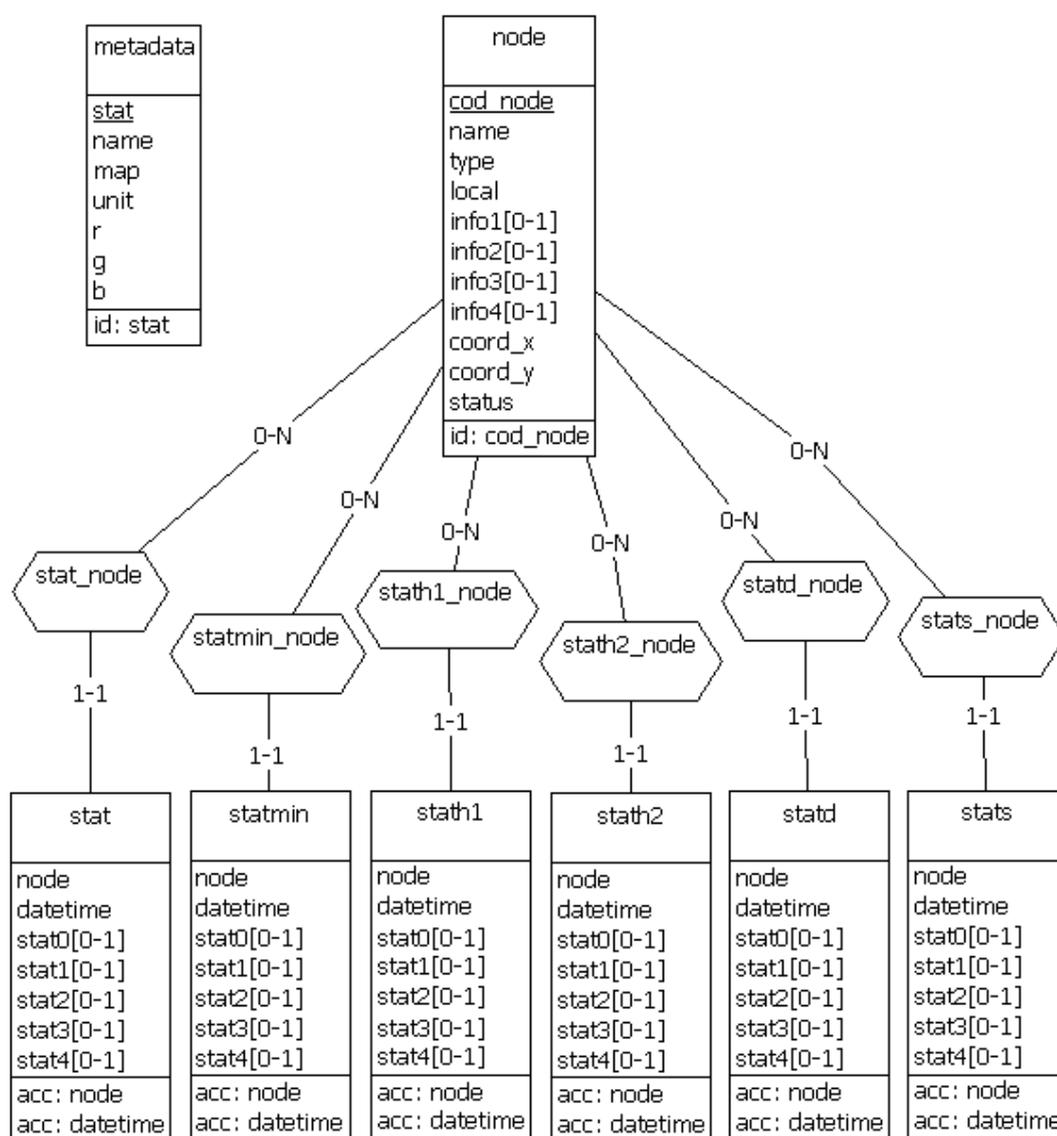


Figura 40 - Diagrama E-R do VisDamage

A tabela “**stat**” tem por objetivo armazenar as estatísticas de cada dado multidimensional quando entra no VisDamage.

O SGBD possui uma *Trigger* na tabela “stat” para agrupar os dados conforme são inseridos, de forma que as tabelas “statmin”, “stath1”, “stath2”, “statd” e “statd” são alimentadas com médias dos dados da tabela “stat”, de períodos de 5min, 30min, 3h, 1d e 7d, respectivamente.

Isso possibilita ao operador selecionar períodos de visualização maiores sem que o VisDamage tenha que carregar um elevado número de tuplas de estatísticas, agilizando tanto a consulta no SGBD quanto a montagem dos ícones e gráficos, e sua posterior apresentação na tela, sem que haja uma queda de performance.

As tabelas “stat”, “statmin”, “stath1”, “stath2”, “statd” e “statd” contém os seguintes campos:

- **node**: Identificação do elemento do qual a estatística faz parte;
- **datetime**: Data e hora que a estatística representa;
- **stat0, stat1, stat2, stat3 e stat4**: Dados das estatísticas coletadas.

A tabela “**metadata**” tem por objetivo armazenar os metadados do sistema, contendo os seguintes campos:

- **stat**: Contém o nome do campo da tabela de estatísticas (stat0 até stat4) que está representado neste registro;
- **name**: Nome do dado representado no campo de estatística;
- **map**: Característica que o dado irá assumir na montagem do ícone consolidado pelo VisDamage, pode assumir os valores: f\_height (altura frontal), b\_height (altura traseira), f\_color (cor frontal), b\_color (cor traseira) ou t\_color (cor superior);
- **unit**: Unidade da estatística. Por exemplo, se o campo “name” contiver a palavra “tempo”, o valor do campo “unit” deverá ser “s” ou “segundo”;
- **r, g e b**: Representam valores de 0 a 1 que irão constituir a cor da estatística representada nas visões de gráficos e comparações.

A tabela “**node**” contém informações do elemento, sendo constituída pelos seguintes campos:

- **cod\_node**: Utilizada para relacionamento do nó com cada entrada de estatística;

- **name:** Nome do elemento;
- **type:** Tipo do elemento;
- **local:** Descrição da localização do elemento;
- **info1, info2, info3 e info4:** Descrições opcionais adicionais;
- **coord\_x** e **coord\_y:** Coordenadas que indicam a localização do ícone consolidado na visão geral da topologia;
- **status:** Valor lógico que indica se o elemento está habilitado a ser apresentado pelo VisDamage.

## 5.7 ESTUDO DE CASO

Para ilustrar as capacidades da solução desenvolvida na descoberta de informações provenientes de dados de gerência de rede, encontra-se na Tabela 10 um conjunto de informações capturadas pelo Netmetric, representando o comportamento de rede de uma *probe*<sup>11</sup> de telefone celular situada no bairro Independência, em Porto Alegre/RS.

A informação que se deseja saber, neste caso, é o que ocorre antes dos momentos de maiores perdas de pacotes da rede, representados pelas estatísticas *Lost Up* e *Lost Down*. Esse indicativo pode sinalizar à operação de rede que deve ser dada mais atenção aos elementos envolvidos nos instantes seguintes.

Na Figura 41 está a representação dessas mesmas informações utilizando a visão de ícone consolidado do VisDamage com as dicas ativadas, onde está mais evidente que antes dos momentos onde estão registradas as maiores perdas na rede - indicados pelas setas azul escura e vermelha, ocorreram os picos de variação de atraso do período - indicados pelas setas azul clara e verde.

Tabela 10 - Dados de uma *probe* celular fornecidos pelo Netmetric

| Data/Hora      | Lost Up (%) | Lost Down (%) | Jitter Up (s) | Jitter Down (s) | Delay (s) |
|----------------|-------------|---------------|---------------|-----------------|-----------|
| 03/12/06 03:25 | 50,000      | 1,500         | 0,12953       | 0,13186         | 2,36242   |
| 03/12/06 03:30 | 60,000      | 34,000        | 0,09099       | 0,09472         | 1,71280   |
| 03/12/06 03:35 | 46,500      | 0,000         | 0,13158       | 0,12298         | 2,39988   |
| 03/12/06 03:40 | 43,333      | 0,667         | 0,13105       | 0,12391         | 3,15278   |

<sup>11</sup> *Probe* é a denominação genérica de um agente de coleta de dados do Netmetric.

|                |        |        |         |         |         |
|----------------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 03/12/06 03:45 | 43,000 | 0,000  | 0,12927 | 0,12836 | 3,72352 |
| 03/12/06 03:50 | 51,000 | 2,000  | 0,13130 | 0,13543 | 2,86792 |
| 03/12/06 03:55 | 53,500 | 6,500  | 0,12883 | 0,13395 | 2,32193 |
| 03/12/06 04:00 | 65,000 | 31,333 | 0,12886 | 0,16320 | 2,27526 |
| 03/12/06 04:05 | 41,000 | 0,000  | 0,14504 | 0,13016 | 4,16968 |
| 03/12/06 04:10 | 57,000 | 37,000 | 0,13182 | 0,13496 | 2,86609 |
| 03/12/06 04:15 | 73,000 | 48,500 | 0,13406 | 0,13923 | 2,81423 |
| 03/12/06 04:20 | 77,667 | 65,667 | 0,18279 | 0,15358 | 2,97493 |
| 03/12/06 04:25 | 92,000 | 97,000 | 0,12897 | 0,11320 | 3,61454 |
| 03/12/06 04:30 | 66,000 | 34,667 | 0,12937 | 0,13847 | 4,72560 |
| 03/12/06 04:35 | 34,500 | 0,000  | 0,13041 | 0,14294 | 4,14856 |
| 03/12/06 04:40 | 49,667 | 4,000  | 0,13238 | 0,12714 | 3,25526 |
| 03/12/06 04:45 | 70,000 | 48,500 | 0,13547 | 0,14485 | 3,38386 |
| 03/12/06 04:50 | 66,000 | 38,000 | 0,13121 | 0,13946 | 3,33810 |

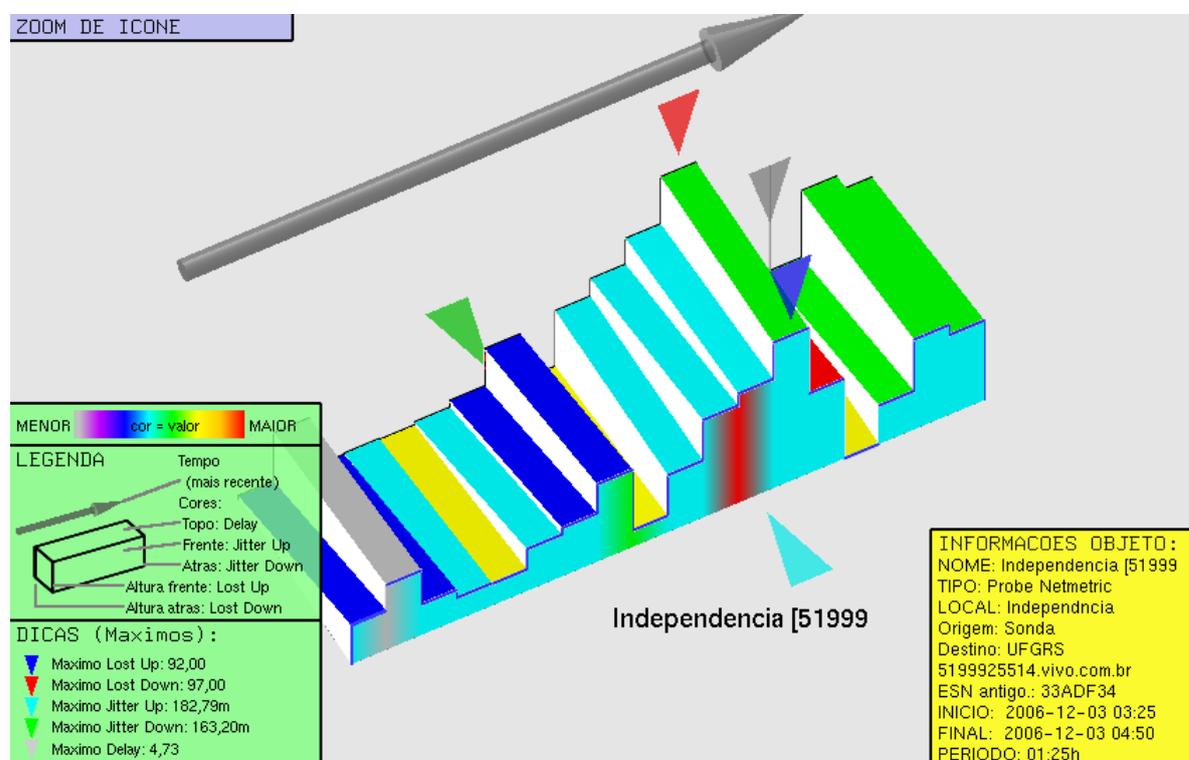


Figura 41 - Dados de uma *probe* celular representada pelo VisDamage

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma investigação da problemática de descoberta de conhecimento e detecção de padrões de comportamento de redes de dados com o objetivo de possibilitar a análise de seu funcionamento, a identificação de tendências e a previsão de ocorrências diversas.

A análise dos sistemas de gerência de redes de dados disponíveis atualmente e seus métodos de apresentação gráfica de resultados foram as etapas iniciais de pesquisa. A identificação e análise das capacidades de apresentação das ferramentas existentes guiou o trabalho, demonstrando os dados importantes a serem capturados e trabalhados para melhor apresentação.

Em seguida, foram introduzidos os conceitos e as metodologias mais usadas na área de MD, tipificados os seus usos para descoberta de informações em grandes massas de dados, como as geradas pelos sistemas de gerência de rede e apresentados alguns exemplos de ferramentas disponíveis no mercado.

Foram apresentadas as principais técnicas de MVD e exemplificados os seus usos em diversas áreas do conhecimento.

Este estudo permitiu a avaliação das técnicas mais apropriadas para resolver os problemas de visualização de dados multidimensionais gerados por sistemas de gerência de rede, tendo sido escolhida a técnica de visualização por ícones para tanto.

Os objetivos propostos, de permitir acesso imediato e mais intuitivo aos dados gerados por sistemas de gerência de rede utilizando técnicas de MVD, bem como possibilitar a descoberta de relações entre múltiplas dimensões desses dados foram atingidos satisfatoriamente.

Com a utilização de interfaces gráficas para MVD, permitiu-se, através de métodos interativos a descoberta de informações e reconhecimento de padrões pelo usuário, mesmo que este não seja um especialista nos conceitos envolvidos.

As informações apresentadas pelo VisDamage utilizam dados de origem gerados por sistemas de gerência de redes de terceiros, sendo que neste trabalho foram utilizados dados gerados pelo sistema Netmetric para demonstrar o conceito e capacidades da ferramenta desenvolvida.

Os ícones consolidados que o VisDamage apresenta constituem a idéia central do trabalho, pela sua habilidade de concentrar informações. Foram incluídas, ainda, visões de gráficos que permitem detalhamento individual dos dados coletados e comparações entre dados, ampliando as capacidades do VisDamage.

Outra funcionalidade, que não constava nos objetivos inicialmente planejados, de análise histórica, é a capacidade de atualização dos dados apresentados com o sistema ativo, o que permite seu uso para monitoração das condições da rede gerenciada em tempo real.

A solução encontrada e a ferramenta desenvolvida têm a capacidade de ser utilizada para outras finalidades, no auxílio à investigação visual de padrões, não apenas para dados de gerência de rede, como também para permitir a apresentação de informações geradas por outras áreas do conhecimento que possuam dados multidimensionais. Apesar de o sistema não coletar dados, a opção de utilizar metadados para correlacionar as informações capturadas e sua apresentação no VisDamage o estende além da resolução do problema para o qual foi inicialmente idealizada a solução.

Além de estender o uso, dentre suas capacidades pode-se incluir, no futuro, uma sumarização de grupos de elementos que possibilite consolidar dados de mais objetos em apenas um ícone, por exemplo.

Foi identificado que, em algumas situações, outra funcionalidade interessante seria a construção de regras que permitissem descrever o estado de um elemento de forma ainda mais resumida, indicando apenas se está normal ou não, ou descrever sua tendência com o auxílio de técnicas de Inteligência Artificial.

Com a implementação dos dois casos acima, a adição de notificações por *email* ou SMS quando um dado atingisse um certo limite ou a identificação de uma condição desejada, seria um próximo passo viável na evolução da ferramenta.

## REFERÊNCIAS

**3D Visual Data Mining.** Capturado em: <http://www.idi.ntnu.no/~hrn/3dvdm>. Acesso em março de 2007.

**A Simple Network Management Protocol (SNMP).** Capturado em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1155.txt>. Acesso em maio de 2007.

**A Simple Network Management Protocol (SNMP).** Capturado em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt>. Acesso em março de 2007.

ÁVILA, B.C. **Data Mining**, Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 1998.

BARIONI, M.C.N. **Visualização de Operações de Junção em Sistemas de Base de Dados para Mineração de Dados**, Tese de Mestrado, USP – São Carlos, 2002.

BASALAJ, W. **Proximity Visualization of Abstract Data.** Capturado em: <http://www.pavis.org/essay/>. Acesso em junho de 2007.

BLANK-EDELMAN, D. N. **Perl for System Administration - Managing multi-platform environments with Perl**, O'Reilly, 2000.

CHERNOFF, H. **The Use of Faces to Represent Points in K-Dimensional Space Graphically**, *Journal of the American Statistical Association*, v. 68, n. 342, p. 361-368, 1973.

**CiscoWorks for Windows 6.0 User Guide.** Capturado em: [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/rtrmgmt/cfw/cww\\_6\\_0/use\\_6\\_0/cww60dt.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/rtrmgmt/cfw/cww_6_0/use_6_0/cww60dt.htm). Acesso em março de 2007.

CRAWFORD, S. L.; FALL, T. C. **Projection pursuit techniques for visualizing high-dimensional data sets**, *Visualization in Scientific Computing*, (G.M. Nielson and B. Shriver, eds.), IEEE Computer Society Press, pg. 94-108, 1990.

DE AMO, S. **Curso de Data Mining do Programa de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Uberlândia.** Capturado em: <http://www.deamo.prof.ufu.br/CursoDM.html>. Acesso em maio de 2007.

FERREIRA, C. B. R.; NASCIMENTO, H. A. D. **Visualização de Informações - Uma Abordagem Prática**. Capturado em: <http://www.inf.ufg.br/funcomp/infovis/>. Acesso em maio de 2007.

FIGUEIRA R. M. A. **Miner: Um Software para Inferência de Dependências Funcionais**, Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro — UFRJ, 1998.

**GGobi Data Visualization System**. Capturado em: <http://www.ggobi.org/>. Acesso em junho de 2007.

GROTH, R. **Data Mining: A Hands On Approach for Business Professionals**, Prentice Hall PTR, 264 p, 1997.

GUPTA, V. R. **An Introduction to Data Warehousing**. Capturado em: <http://system-services.com/dwintro.asp>. Acesso em maio de 2007.

HAN, J.; KAMBER, M. **Data Mining – Concepts and Techniques**, Morgan Kaufmann, 550 p, 2001.

Information Technology Open Systems Interconnection. **Common Management Information Protocol Specification**. Technical Report IS 9596, International Organization for Standardization, Maio 1991.

**Introduction and Applicability Statements for Internet Standard Management Framework**. Capturado em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3410.txt>. Acesso em maio de 2007.

KEIM, D. A. **Visualization Techniques for Mining Large Databases: A Comparison**, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v. 8, n. 6, p. 923-938, 1996.

KEIM, D. A. **Information Visualization and Visual Data Mining**, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 8, n. 1, p. 01-08, 2002.

KREMER, R. **Sistema de Apoio à Decisão para Previsões Genéricas Utilizando Data Mining**, Trabalho de Conclusão de Curso, Blumenau: FURB, 1999.

KRIEGEL, H. P.; KEIM, D. A. **VisDB: Database Exploration Using Multidimensional Visualization**. IEEE Computer Graphics and Applications, v. 14, p. 40-49, 1994.

KUDYBA, S.; HOPTROFF R. **Data Mining and Business Intelligence: A Guide to Productivity**, IGI Global, 180 p, 2001.

**Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II.** Capturado em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1213.txt>. Acesso em novembro de 2007.

**Multi Router Traffic Grapher.** Capturado em: <http://oss.oetiker.ch/mrtg/>. Acesso em março de 2007.

**VIVO–Netmetric - Manual do usuário Versão 0.4.** Abril de 2007.

OLIVEIRA, M. C. F.; LEVKOWITZ, H. **From Visualization to Visual Data Mining: A Survey.** IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 9, n. 3, p. 378-394, 2003.

PHAM, K. M. **The NeurOagent: A Neural Multi-agent Approach for Modelling, Distributed Processing and Learning,** Intelligent Hybrid Systems, 1995.

**Remote Network Monitoring Management Information Base.** Capturado em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2819.txt>. Acesso em março de 2007.

**Round Robin Database Tool.** Capturado em: <http://oss.oetiker.ch/rrdtool/>. Acesso em março de 2007.

**SAS | Business Intelligence and Analytics Software.** Capturado em: <http://www.sas.com/>. Acesso em maio de 2007.

SIMOFF S.J.; NOIRHOMME-FRAITURE, M.; BÖHLEN M.H., **Proceedings of the International Workshop on Visual Data Mining,** VDM@PKDD2001, Freiburg, Germany.

**The BSD syslog Protocol.** Capturado em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3164.txt>. Acesso em março de 2007.

**Unified Modeling Language.** Capturado em: <http://www.uml.org/>. Acesso em outubro de 2007.

**XdmvTool - The Multivariate Visualization Tool.** Capturado em: <http://davis.wpi.edu/xmdv/>. Acesso em junho de 2007.

WALSUM, T. van; FRITS H.; SILVER, D.; FRANK J. **Feature Extraction and Iconic Visualization,** IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 2, n. 2, p. 111-119, 1996.

**Weka 3 - Data Mining with Open Source Machine Learning Software in Java.**

Capturado em: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>. Acesso em dezembro de 2007.

## **APÊNDICE**

APÊNDICE A - Manual de Uso do VisDamage Versão 1.0.

# APÊNDICE A

## Manual de Uso do VisDamage - Versão 1.0

Douglas Souza Gazineu

Porto Alegre  
2007

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |     |
|--|-----|
| Figura A-1- Hierarquia de funções do VisDamage .....                 | 87  |
| Figura A-2 - Elementos de interface do VisDamage .....               | 88  |
| Figura A-3 - Apresentação inicial da interface do VisDamage .....    | 90  |
| Figura A-4 - Zoom de Ícone.....                                      | 92  |
| Figura A-5 - Dicas visuais de valores máximos.....                   | 93  |
| Figura A-6 - Visão Explodida.....                                    | 94  |
| Figura A-7- Seleção de gráficos para comparação .....                | 95  |
| Figura A-8- Comparação split-screen normalizada .....                | 96  |
| Figura A-9- Comparação split-screen não-normalizada .....            | 96  |
| Figura A-10- Comparação de estatísticas sobrepostas.....             | 97  |
| Figura A-11 - Gráfico com escala de zero ao máximo do período .....  | 98  |
| Figura A-12 - Gráfico com escala do mínimo ao máximo do período..... | 98  |
| Figura A-13 - Ícone com escala de zero ao máximo do período .....    | 99  |
| Figura A-14 - Ícone com escala do mínimo ao máximo do período .....  | 99  |
| Figura A-15- Gráfico Individual.....                                 | 100 |
| Figura A-16 - Controle de data e hora.....                           | 101 |
| Figura A-17 - Controle de período com uso do mouse.....              | 102 |
| Figura A-18 - Controle de atualização automática .....               | 102 |

## LISTA DE TABELAS

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Tabela A-1 - Teclas de funções..... | 89 |
|-------------------------------------|----|

## A.1 Introdução

O VisDamage possibilita ao operador a descobrir relações entre as métricas coletadas por um sistema de gerência de rede qualquer, navegar nas informações apresentadas e utilizar o conhecimento das informações para visualizar ou deduzir o comportamento da rede, auxiliando na resolução de problemas e identificação de tendências do comportamento da rede analisada.

As seções a seguir detalham as capacidades e forma de utilização do VisDamage, uma interface interativa de visualização de dados de gerência de redes de telecomunicações.

### A.1.1 Organização do Documento

Este documento está organizado de acordo com as funcionalidades do VisDamage, descritas abaixo:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Introdução das capacidades do sistema e interface básica do VisDamage, e descrição geral deste manual;
- **Capítulo 2 – Requisitos e Instalação:** apresenta os requisitos de sistema cliente e servidor para a instalação e utilização do VisDamage;
- **Capítulo 3 – Interface:** apresenta a interface, os controles e as estatísticas de gerência de rede que são mostradas no sistema;
- **Capítulo 4 – Visão Geral:** apresenta a visão geral da topologia da rede representada, com ícones sobrepostos aos elementos representados;
- **Capítulo 5 – Zoom de Ícone:** apresenta a visualização de *zoom* de ícone, que serve para agregar a visualização de diferentes estatísticas do mesmo objeto de forma ampliada. As visualizações com ícones permitem ativar dicas de máximos do período;
- **Capítulo 6 – Visão Explodida:** apresenta a representação de gráficos distintos para um objeto, que fornece gráficos individualizados para cada métrica representada em um mesmo ícone ou objeto sob análise;

- **Capítulo 7 – Comparações:** apresentação da comparação de duas variáveis para um mesmo objeto. Foram implementadas visualizações sobrepostas e paralelas espelhadas em relação ao eixo das abscissas(x);
- **Capítulo 8 – Gráfico Individual:** apresenta a visualização de gráficos de linha individuais para cada estatística representada;
- **Capítulo 9 – Seleção de Tempo e Atualização Automática:** apresenta o uso dos controles para que o VisDamage implementa para análise histórica e para monitoramento em tempo real de uma rede.

## A.2 Requisitos e Instalação

As informações de instalação deste documento referem-se à versão 1.0 do VisDamage, quando utilizado com dados capturados pelo NetMetric.

### A.2.1 Servidor

Para utilização do VisDamage, é necessário o atendimento dos seguintes requisitos de *hardware* e *software* pelo computador servidor:

- **Sistema operacional:** Não há recomendação de sistema operacional específico, sendo necessário que suporte a instalação de um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) Postresql 8.2;
- **Acesso TCP/IP:** É necessário que o servidor seja acessível pelo cliente através de rede TCP/IP local, com velocidade mínima recomendada de 10Mbps entre eles. Também é possível, apesar de não recomendado, que ambos coexistam no mesmo computador;
- **Espaço em disco:** Para cada elemento/dia armazenado no sistema, é necessário que o servidor tenha 500kB de espaço em disco disponível.

#### A.2.1.1 Instalação

A instalação do servidor consiste na criação do banco de dados 'visdamage' no SGBD Postresql.

O *script* de criação do banco de dados, chamado **visdamage.sql** pode ser encontrado na pasta **/db** do CD de instalação do VisDamage.

#### A.2.1.2 Dados de origem

Os dados de origem do VisDamage são obtidos através de importação dos dados previamente exportados pelo sistema NetMetric.

A carga de dados no SGBD deve ser realizada com o cliente VisDamage desconectado.

Os *scripts* de carga dos dados do NetMetric podem ser encontrados na pasta **/db** do CD de instalação do VisDamage.

### A.2.1.3 Dados de outras origens

Para utilização do sistema com dados de outras origens, basta efetuar a limpeza do banco de dados atualmente carregado e, com o auxílio de um programa de terceiros ou *script* SQL, efetuar a carga das tabelas do VisDamage, de acordo com o formato de dados descrito na seção 5.6.3 do documento que descreve a arquitetura do sistema.

### A.2.1.4 Obtenção de dados em tempo real

Caso os dados sejam carregados periodicamente ou em tempo real no banco de dados, o sistema possui a capacidade de atualizá-los na tela, permitindo seu uso não apenas para análise histórica, mas também para monitoração em tempo real.

## A.2.2 Cliente

Para utilização do VisDamage, é necessário o atendimento dos seguintes requisitos de *hardware* e *software* pelo computador cliente:

- **Sistema operacional:** O sistema está disponível pré-compilado para sistema GNU/Linux Ubuntu 7.04, sendo portátil para outros sistemas GNU/Linux, MacOS e Microsoft Windows;
- **Cliente Postgresql:** O cliente necessita de cliente nativo Postgresql versão 8.0 ou superior para acesso ao SGBD;
- **Acesso TCP/IP:** É necessário que o cliente tenha acesso ao servidor através de rede TCP/IP local, com velocidade mínima de 10Mbps entre eles. Também é possível, apesar de não recomendado, que ambos coexistam no mesmo computador;
- **Placa gráfica:** O sistema requer o uso de placa gráfica com aceleração 3D por *hardware* e compatibilidade OpenGL 1.4 ou superior;

- **Monitor:** A resolução mínima para uso do sistema é de 800x600 *pixels*, com 15 bits de cores, sendo recomendados 1024x768 *pixels* e 24 bits de cores para melhor visualização;
- **Mouse:** Para melhor navegação e completo uso das funções do sistema, é recomendado uso de mouse com roda de rolagem;
- **Espaço em disco:** O cliente necessita de 5MB de espaço em disco livre na estação cliente.

### A.2.2.1 Instalação

A instalação do cliente consiste na cópia dos arquivos **visdamage** e **mapa.jpg** para uma pasta à escolha do usuário.

Após a cópia, deve ser dada permissão de execução para o aplicativo do VisDamage, com o uso do seguinte comando:

```
sudo chmod a+x /caminho/visdamage <Enter>
```

Onde o texto **caminho** deve refletir o caminho completo para o qual foram copiados os arquivos do VisDamage.

Para que o cliente possa acessar o banco de dados, é necessária a configuração do IP e nome do servidor do VisDamage no serviço de DNS local, associando o nome **visdamage-server** ao IP do servidor.

Caso a rede onde está o cliente não possua serviço DNS, ou o usuário não tiver permissão de adicionar o registro citado, pode ser adicionada uma entrada ao arquivo de *hosts* local do cliente, com o uso do seguinte comando:

```
echo "endereco_ip visdamage-server" >> /etc/hosts <Enter>
```

Onde o texto **endereco\_ip** deve ser substituído pelo endereço IP do servidor PostgreSQL que contém o banco de dados 'visdamage'.

Os arquivos do aplicativo cliente pode ser encontrados na pasta **/bin** do CD de instalação do VisDamage.

### A.3 Interface

O acesso às diversas funcionalidades do VisDamage está disposto hierarquicamente conforme representação da Figura A1, onde o nó Raiz da árvore representam a visualização inicial, mais geral e abrangente do comportamento da rede como um todo, e os ramos inferiores representam visualizações que proporcionam maior detalhamento sobre as informações individuais coletadas nos elementos da rede.

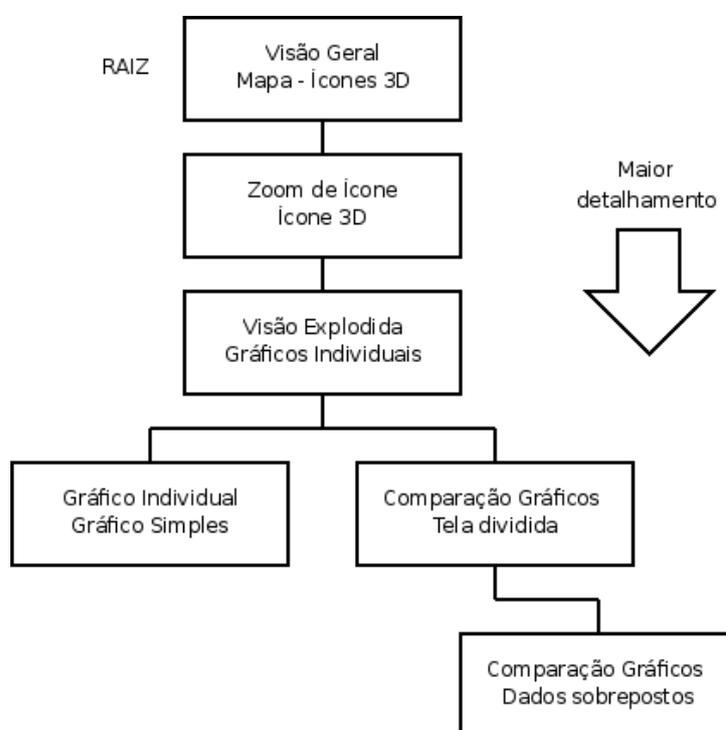


Figura A-1- Hierarquia de funções do VisDamage

Na Figura A-2 encontra-se ilustrada a interface principal do sistema e seus elementos.

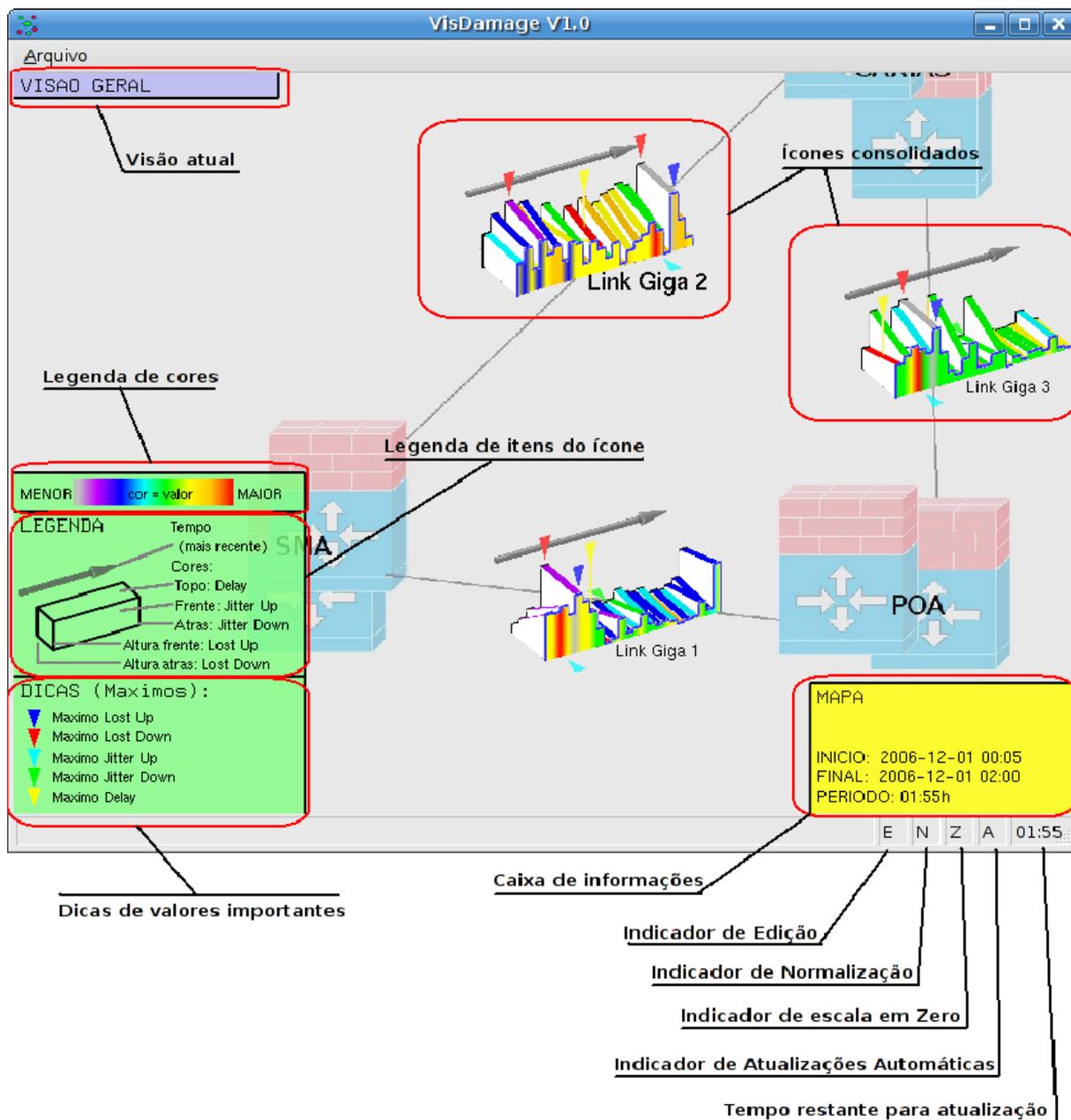


Figura A-2 - Elementos de interface do VisDamage

Os ícones consolidados apresentam ao usuário as seguintes características:

- Altura frontal: Perdas de pacotes na entrada, em %;
- Cor frontal: *Jitter* na entrada, em ms;
- Altura posterior: Perdas de pacotes na saída, em %;
- Cor posterior: *Jitter* na saída, em ms;
- Cor superior: *Delay*, em ms.

Na Tabela A-1 está a lista de teclas utilizadas para controle das funções do VisDamage.

Tabela A-1 - Teclas de funções

| <b>Tecla</b>          | <b>Função</b>  |
|-----------------------|--|
| <b>A</b>              | Ativa/Desativa Atualização Automática  |
| <b>C</b>              | Ativa/Desativa Controles (onde se encontram a seleção de data e da atualização automática) |
| <b>D</b>              | Ativa/Desativa Dicas de máximos nos ícones 3D  |
| <b>E</b>              | Edita posição dos Ícones da Visão Geral  |
| <b>F</b>              | Troca o elemento da frente na Comparação Sobreposta  |
| <b>H</b>              | Ativa/Desativa Linha de contorno nos ícones 3D   |
| <b>I</b>              | Ativa/Desativa Informações sobre o elemento  |
| <b>L</b>              | Ativa/Desativa Legenda   |
| <b>M</b>              | Ativa/Desativa Mapa de topologia na Visão Geral  |
| <b>N</b>              | Ativa/Desativa normalização nas Comparações  |
| <b>P</b>              | Ativa/Desativa Preenchimento dos gráficos 2D   |
| <b>T</b>              | Ativa/Desativa Indicador de tempo na visualização 3D                                       |
| <b>V ou Backspace</b> | Volta para a visão anterior  |
| <b>Z</b>              | Ativa/Desativa gráficos iniciando com escala em zero                                       |

#### A.4 Visão Geral

Quando o usuário abre a interface gráfica do VisDamage inicialmente, lhe é apresentada a topologia da rede, conforme ilustrado na Figura A-3. É possível ativar e desativar o mapa de topologia com a utilização da tecla 'M'.

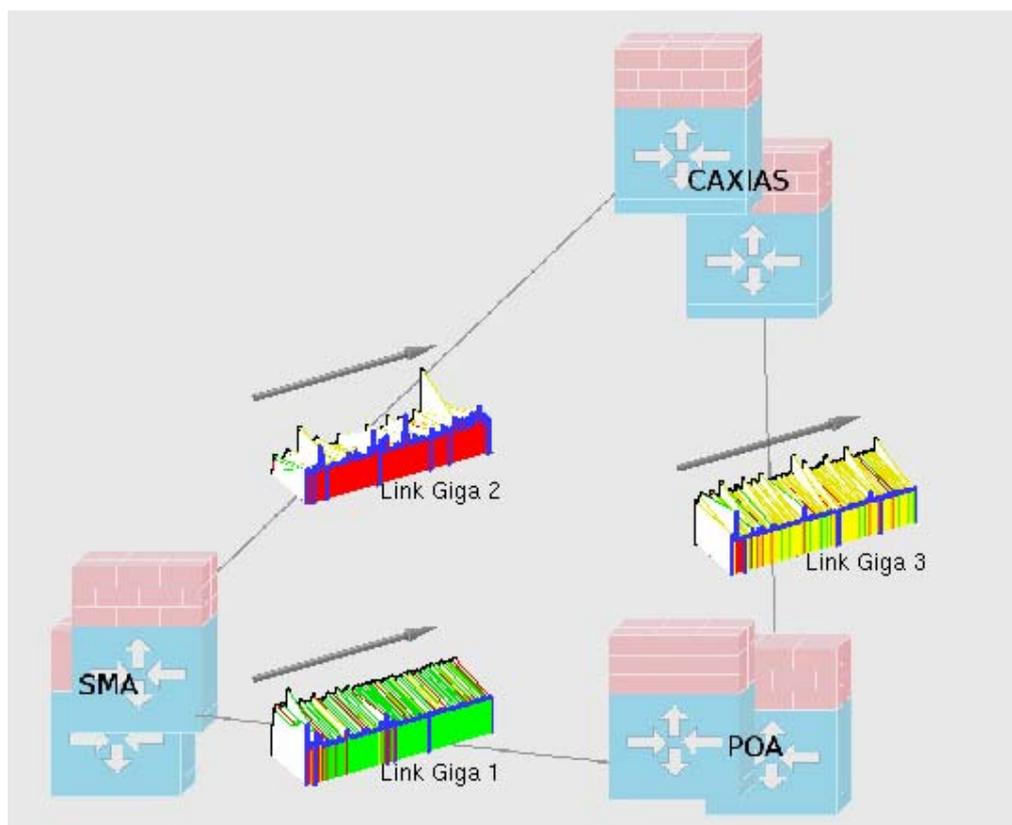


Figura A-3 - Apresentação inicial da interface do VisDamage

A apresentação dos dados de gerência é realizada através da sobreposição dos ícones no mapa de topologia, próximos aos elementos que estes representam, quer seja uma interface de rede, um canal de conexão entre dois equipamentos ou dois pontos distintos da rede.

No caso, como está sendo utilizado o Netmetric como fonte de dados, estão sendo apresentados objetos equivalentes a circuitos de dados, também denominados *links*, cujo comportamento foi capturado pelo Netmetric.

Está disponível a opção de **alterar o posicionamento dos ícones apresentados** no mapa de topologia, com um simples arrastar-e-soltar usando o mouse.

Para ativar e desativar o modo de edição de posição, utilize a tecla 'E'.

Esse posicionamento é salvo e carregado da próxima vez que o sistema for utilizado, para que não seja necessário repetir a operação de ajuste da posição dos elementos no mapa.

A interface apresentada permite que seja selecionada uma porção menor da rede, de forma a focar na área sendo analisada, ou naquele elemento em que se suspeitar que haja um problema. Essa seleção, ou *zoom*, é feita com o botão central (roda de *scroll*) do mouse, diretamente na interface gráfica. Ao girar o *scroll* para cima ou para baixo, altera-se o nível de *zoom* da imagem, e ao pressionar o botão do meio e arrastá-lo, navega-se pela topologia apresentada na tela.

## A.5 Zoom de Ícone

Para seleccionar um elemento de rede para o qual se queira visualizar mais informações, deve ser efetuado um duplo-clique com o mouse no elemento ou ícone da Visão Geral que representa suas métricas, e dessa forma tem-se acesso isolado ao ícone, sem a apresentação da topologia.

Isso permite um maior detalhamento gráfico dos dados representados, conforme apresentado na Figura A 4. Essa função de detalhamento do ícone possibilita que se explore apenas um dos elementos representados no mapa, mas ainda sendo representado como um ícone consolidado.

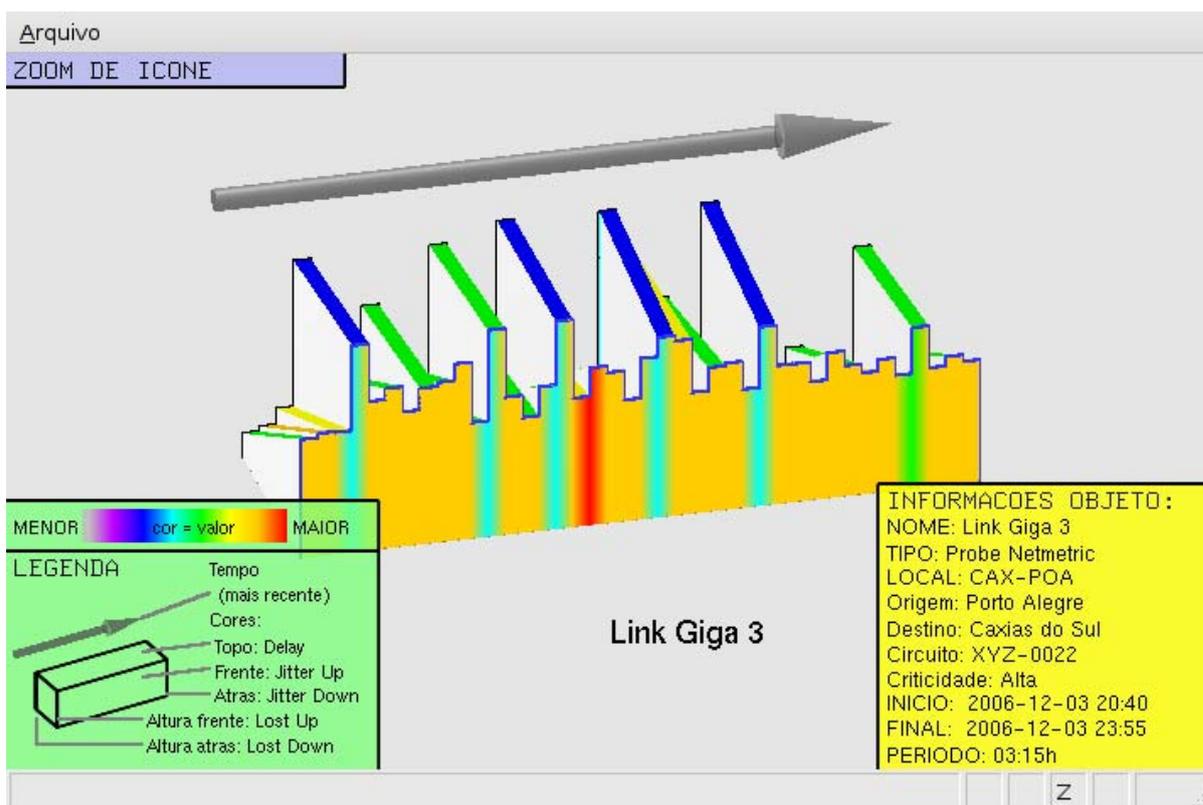


Figura A-4 - Zoom de Ícone

Nas visualizações “Visão Geral” e “Zoom de Ícone” (Figura 1), é possível a ativação de uma dica visual (tecla 'D') sobre os valores máximos apresentados pelas grandezas representadas. Essa ativação de dicas adiciona setas nos ícones para cada ocorrência do valor máximo daquela grandeza sendo apresentada na tela, o que pode auxiliar na identificação de eventos que afetaram simultaneamente os

diversos parâmetros de rede consolidados no ícone, conforme pode ser visto na Figura A-5.

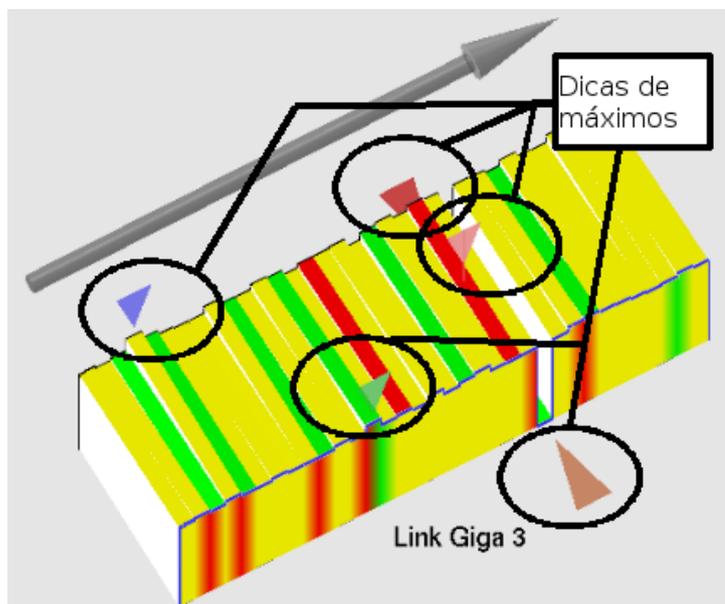


Figura A-5 - Dicas visuais de valores máximos

## A.6 Visão Explodida

Para permitir uma exploração de estatísticas individuais são disponibilizados também gráficos de linha para cada estatística. Com este recurso é possível que o usuário efetue a denominada “explosão” do ícone em gráficos separados para cada uma das grandezas representadas, conforme ilustrado na Figura A-6.

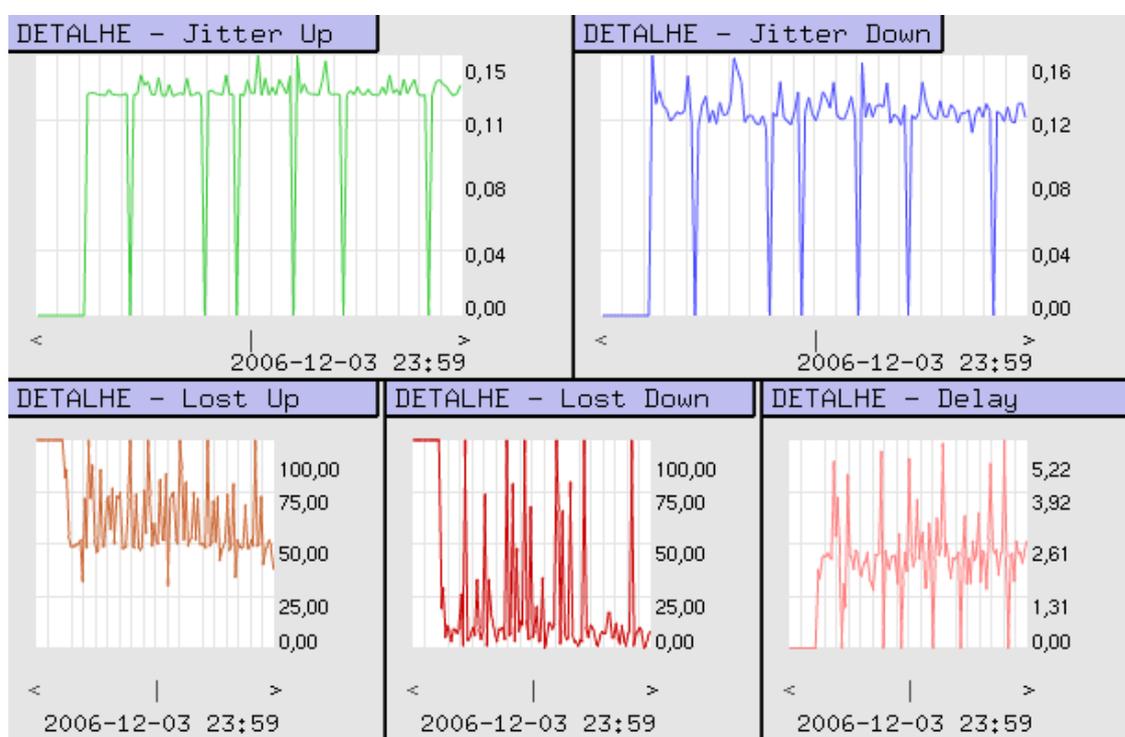


Figura A-6 - Visão Explodida

## A.7 Comparações

A partir da visualização “Visão Explodida”, é possível efetuar a seleção de dois gráficos para efetuar comparações.

Basta clicar com o botão esquerdo do mouse no primeiro gráfico que deseja-se comparar, arrastar até o segundo gráfico e soltar.

Se for selecionado fim e início no mesmo gráfico, não será efetuada a comparação.

Enquanto se “clica-e-arrasta”, uma linha será traçada, indicando os gráficos a serem comparados quando o botão do mouse for solto, conforme representado na Figura A-7.

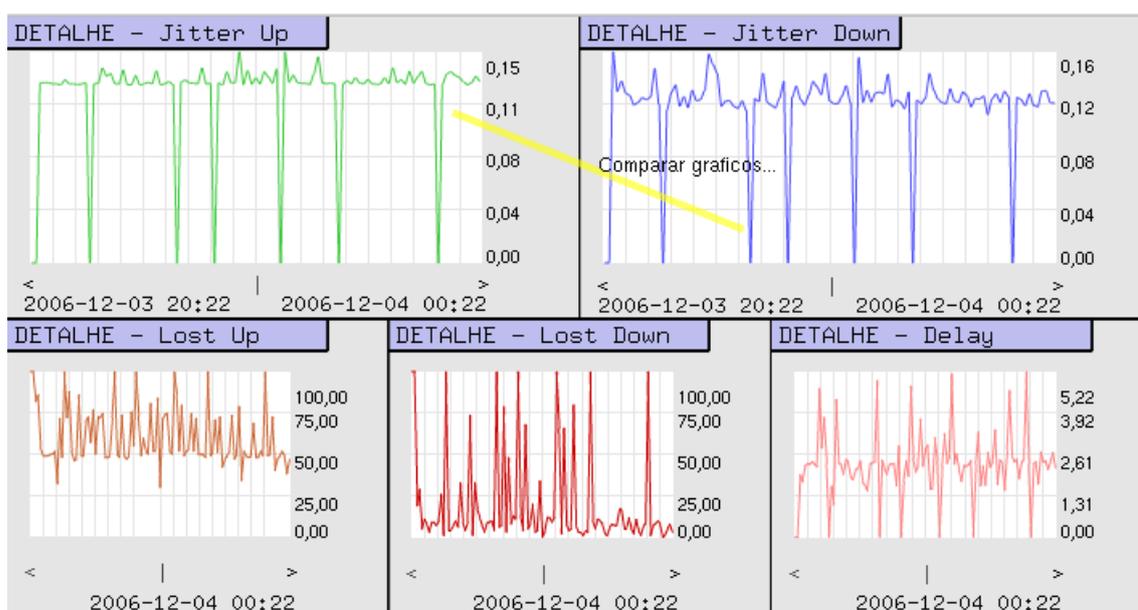


Figura A-7- Seleção de gráficos para comparação

### A.7.1 Comparação Split-Screen

A apresentação inicial de comparação, denominada comparação de tela dividida (ou *split-screen*), consiste nos dois gráficos previamente selecionados dispostos simetricamente em relação ao eixo das abscissas (x), cada um com sua escala de valores individual.

### A.7.2 Normalização de Escalas

Neste formato, as escalas utilizadas no eixo das ordenadas (y) não demonstram relação de um gráfico para outro, podendo um estar representando dados na casa de centenas e outro na casa de milhares. Para que a escala seja normalizada entre os dois gráficos ou não, basta pressionar a tecla 'N' – isso funciona em qualquer visualização disponível no VisDamage. Nas figuras A-8 e A-9 estão apresentadas respectivamente as visualizações normalizada e não-normalizada dessa comparação para o mesmo conjunto de dados.

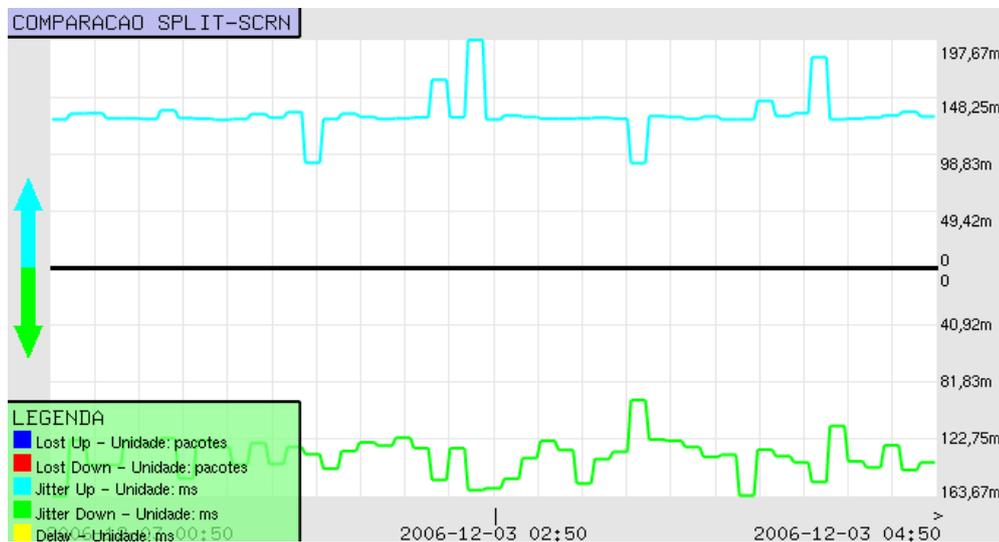


Figura A-8- Comparação split-screen normalizada

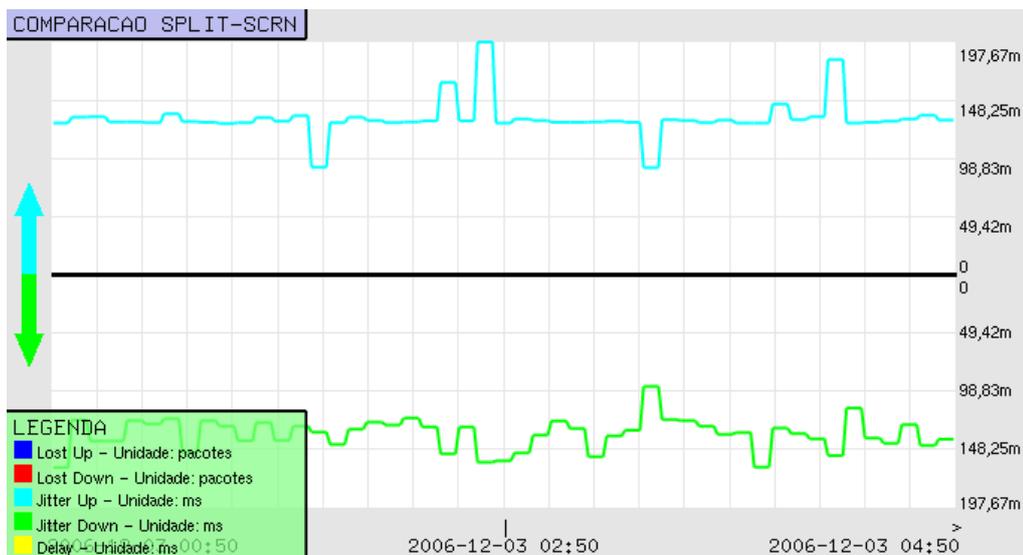


Figura A-9- Comparação split-screen não-normalizada

### A.7.3 Comparação Sobreposta

A partir da comparação de tela dividida, é possível alterar o modo para a comparação sobreposta, ao efetuar um duplo-clique com o botão esquerdo do mouse. A visualização de duas estatísticas sobrepostas está representada na Figura A-10.

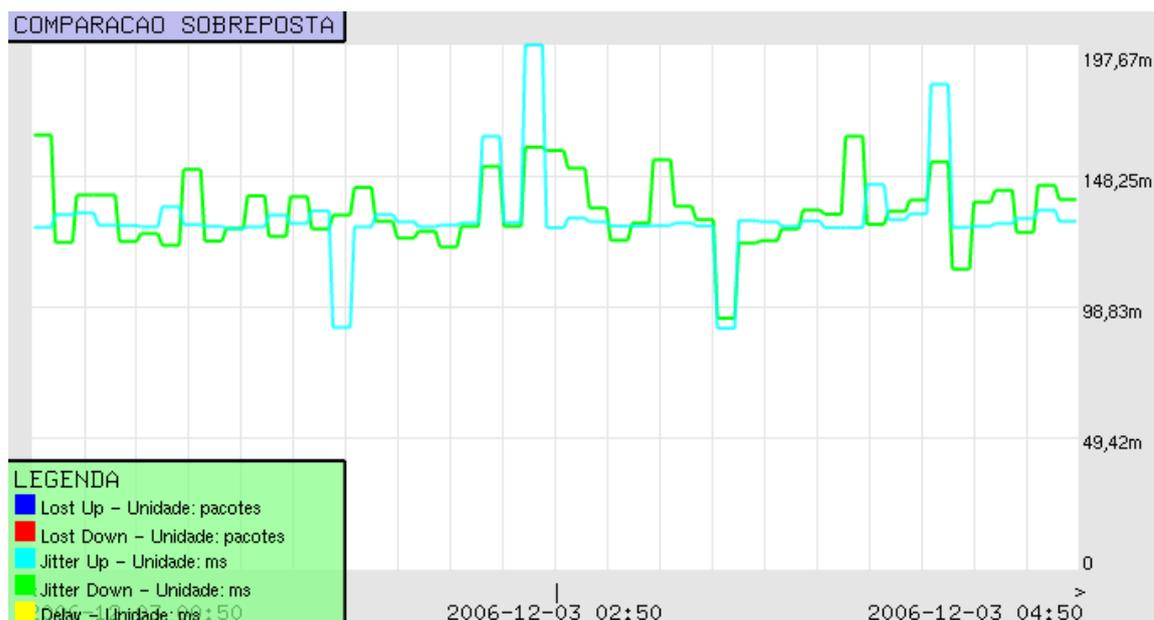


Figura A-10- Comparação de estatísticas sobrepostas

Além de poder mostrar as estatísticas normalizadas, com o valor máximo único para diferentes estatísticas no caso de comparações, o sistema permite que a escala seja alterada para representar valores entre o mínimo e o máximo do período apresentado.

Isso é útil para quando se deseja analisar dados cuja variação no período é pequena e necessita-se que essa pequena diferença seja ressaltada para acompanhamento ou comparação.

Nas figuras A-11 e A-12 está um exemplo de representação pelo VisDamage utilizando as escalas de zero ao máximo e de mínimo ao máximo para gráficos, onde é possível perceber o ganho que esse ajuste adicional na escala proporciona na análise das mesmas informações.

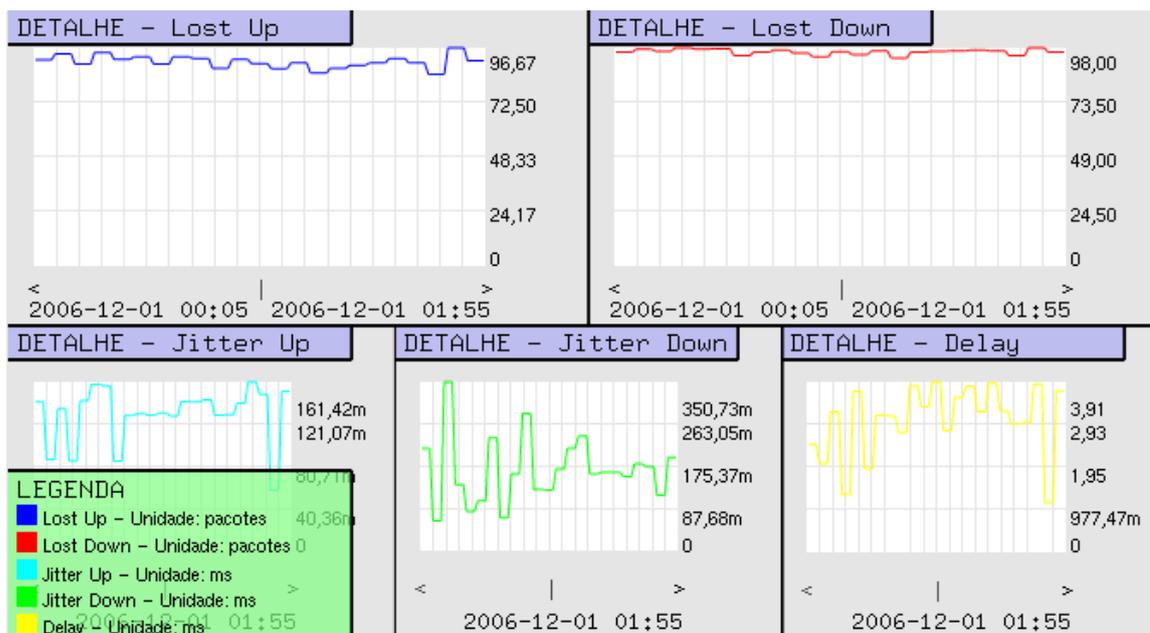


Figura A-11 - Gráfico com escala de zero ao máximo do período

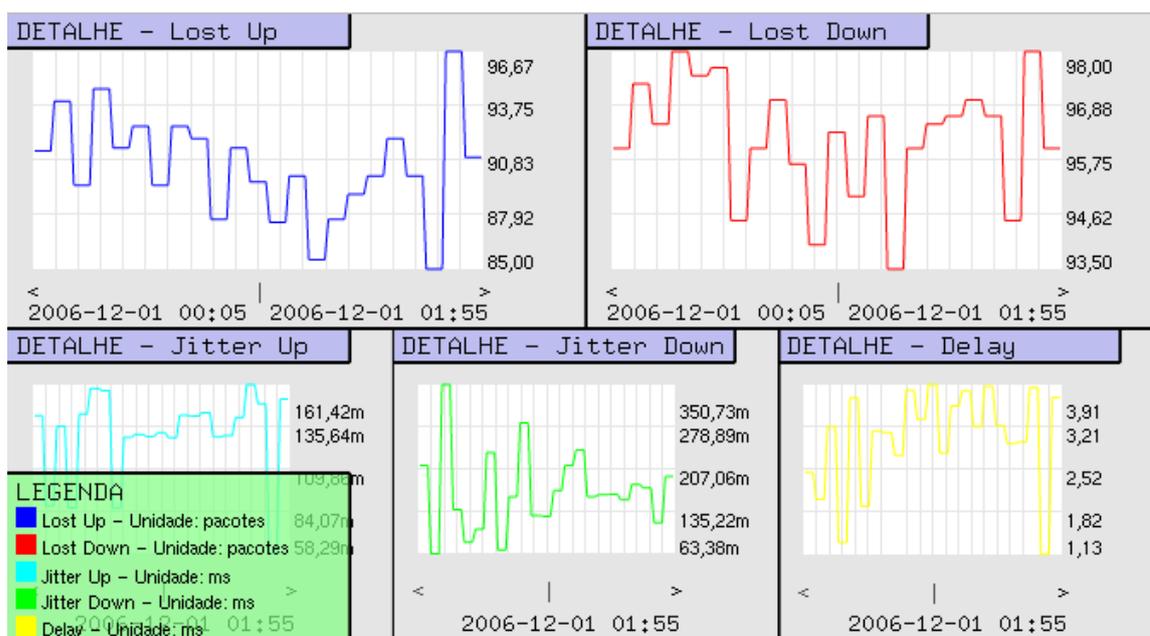


Figura A-12 - Gráfico com escala do mínimo ao máximo do período

Na visualização dos ícones consolidados, quando alterado o valor da escala de zero para o mínimo (uso da tecla 'Z'), o ícone apresenta toda a gama de cores possível, ampliando a percepção de diferenças dos valores, conforme exemplo das figuras A-13 e A-14.

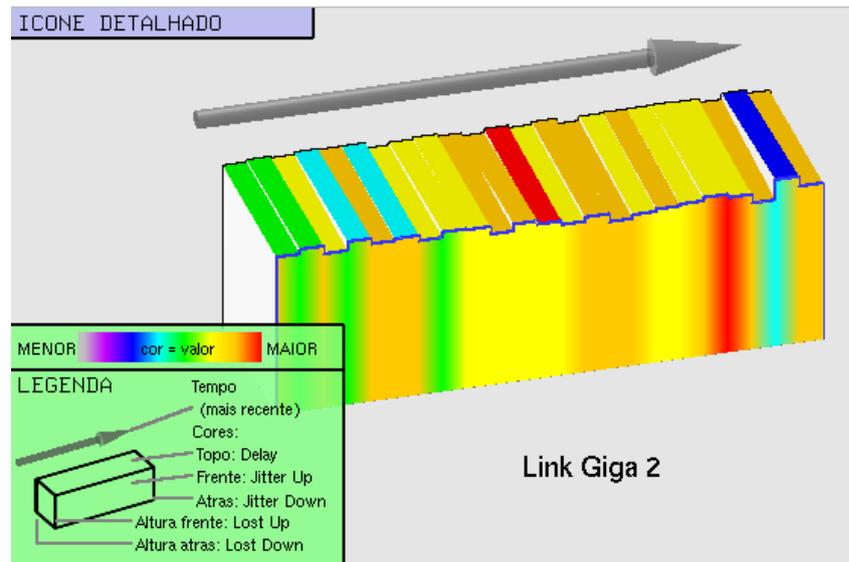


Figura A-13 - Ícone com escala de zero ao máximo do período

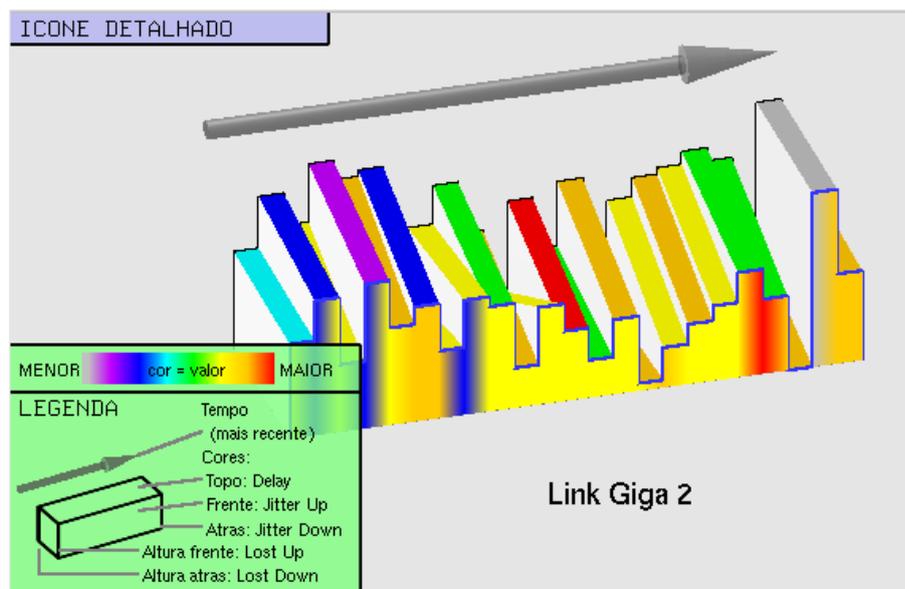


Figura A-14 - Ícone com escala do mínimo ao máximo do período

## A.8 Gráfico Individual

A partir da visualização “Visão Explodida”, é possível um novo detalhamento efetuando um novo duplo-clique no ícone apresentado, o que irá conduzir a um gráfico individual de estatística, conforme o exemplo apresentado na Figura A-15.

O gráfico individual contém o maior detalhamento de uma variável que o VisDamage proporciona.

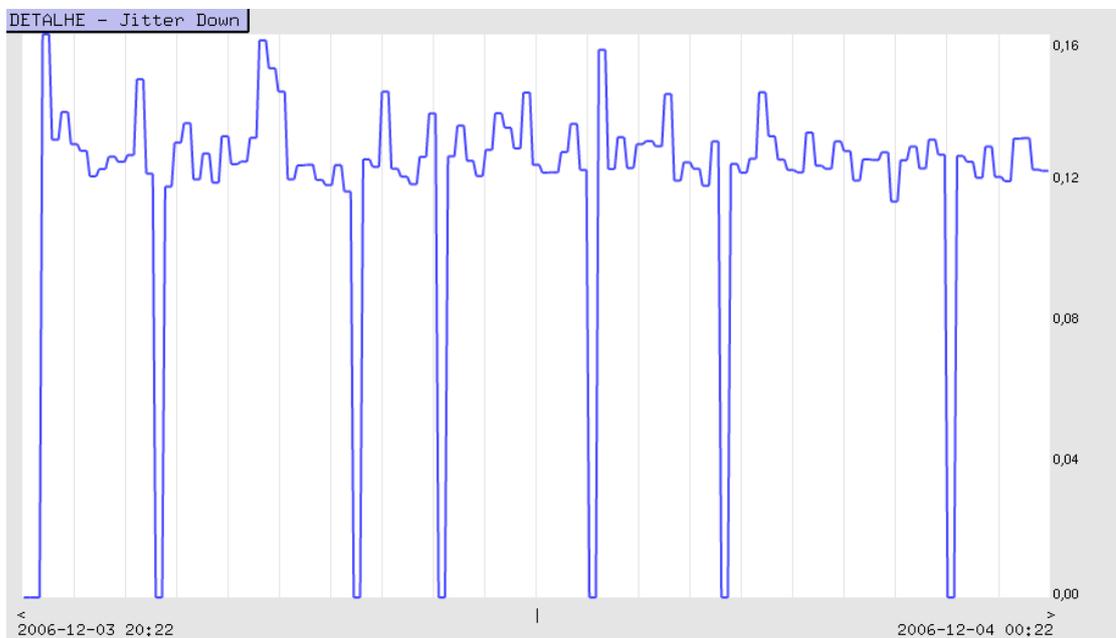


Figura A-15- Gráfico Individual

## A.9 Seleção de Tempo e Atualização Automática

Para efetuar a seleção do tempo que está sendo representado no ícone ou gráfico apresentado, é possível utilizar um controle padronizado de data e hora para selecionar a data e hora iniciais e finais que o gráfico irá apresentar, conforme ilustrado na Figura A-16.

Este controle está disponível no menu **Arquivo**, opção **Controles**, ou pressionando-se a tecla 'C' do teclado.

The image shows a software interface for selecting a time period. It consists of two identical vertical panels, one for 'Hora Inicial' (Initial Time) and one for 'Hora Final' (Final Time). Each panel has a time selector with 'h' and 'min' labels, a dropdown menu for the month (currently 'dezembro'), and a dropdown menu for the year (currently '2006'). Below the dropdowns are two calendar grids for the month of December. The top calendar grid shows the 8th as selected, and the bottom grid shows the 4th as selected.

Figura A-16 - Controle de data e hora

Também é possível efetuar a seleção do período representado com o mouse em qualquer modo de visualização. Para acessar o controle de seleção de período com o mouse, deve-se clicar com o botão direito e movê-lo. Será apresentado um diálogo com ícones referentes ao início, janela e fim do período. Ao clicar com o botão esquerdo e arrastar um desses ícones para a esquerda e direita, os dados refletirão em tempo real essa alteração de período.

Na Figura A-17 está ilustrada a tela que permite a alteração de período com o mouse.

Para desativar esse controle, basta clicar com o mouse fora da janela de seleção.



Figura A-17 - Controle de período com uso do mouse

Para monitorar a rede em tempo real<sup>1</sup>, pode-se utilizar o menu **Arquivo**, opção **Controles** e selecionar a opção “Atualiza Automaticamente”.

Quando ativada, essa opção faz com que o sistema consulte os dados mais recentes e atualize a visão atual na tela periodicamente entre 1 e 15 minutos, tempo configurável pelo usuário conforme o controle apresentado na Figura A-18, acessível a partir do menu **Arquivo**, opção **Controles**.

Inicialmente essa opção está desligada. Quando ativada, o padrão é que ocorra atualização a cada dois minutos.

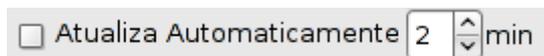


Figura A-18 - Controle de atualização automática

<sup>1</sup> É necessário que o sistema de origem alimente o VisDamage para que os dados sejam atualizados, consulte seu administrador do sistema para certificar-se que isso ocorre.