

# ÁRVORE HIPERBÓLICA COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DE REDE

<sup>1</sup> ANTONIO RAFAEL SANTANA

<sup>2</sup> LUIZ HENRIQUE ANDRADE CORREIA

UFLA – Universidade Federal de Lavras  
DCC – Departamento de Ciência da Computação  
Cx Postal 37 – CEP 37200-000 Lavras (MG)  
rsantana@ufla.br  
lcorreia@ufla.br

**Resumo.** A partir dos avanços tecnológicos proporcionados principalmente pelas tecnologias da informação e de comunicação, tornou-se indispensável a diversas organizações a utilização de redes de computadores. Em grande parte destas instituições existe um grande número de equipamentos de redes que são de vital importância para o desempenho de suas atividades. Na sua maioria essas atividades são críticas e necessitam de alta disponibilidade de seus equipamentos, que devem ser constantemente monitorados e gerenciados. Atualmente instituições e empresas têm utilizado várias ferramentas no gerenciamento e monitoramento de seus sistemas de informação. Uma alternativa tem sido a utilização de um programa de código livre, denominado Nagios. Este programa disponibiliza um módulo gráfico para monitoramento de toda a estrutura hierárquica da rede de computadores. A proposta deste trabalho é a geração de uma estrutura gráfica mais adequada ao programa, sendo que a atual não apresenta dinamicidade e interatividade adequadas às grandes estruturas hierárquicas. Para cumprir tal objetivo, esse trabalho apresenta uma estrutura de árvore hiperbólica, uma técnica de visualização de grandes hierarquias, como um módulo de monitoramento para o Nagios. Esse módulo visa à melhoria na usabilidade do software Nagios otimizando o processo de administração dos serviços de rede monitorados.

**Palavras-chave:** monitoramento de rede, árvore hiperbólica, Nagios, visualização de grandes hierarquias, usabilidade.

## HIPERBOLIC TREE AS NETWORK MONITORING TOOL

**Abstract.** From the technological progresses mainly provided by the information technology, it has become indispensable the use of computer networks for the organizations. In the greater number of these organizations, there are several network equipments which are very important for the acting of their activities. The majority of those activities is critical and need to have high availability of the equipments that also should constantly be monitored and managed. Nowadays, institutions and companies have used several tools to administrate and monitor their information systems. An alternative has been the use of the free code software denominated Nagios. That software has a graphic module to monitor the whole hierarchical structure of a computers network. The proposal of this paper is to improve this graphical structure generated by the responsible module, taking into consideration that the current does not have dynamism and interaction adequate for large hierarchical structures. To accomplish that goal, this paper introduces a hyperbolic structure tree, a visualization technique of large hierarchies, as a monitoring module for the Nagios. That module tries to improve the usability of the software Nagios, optimizing the administration process of the monitored network services.

**Key-words:** network management, hyperbolic tree, Nagios, visualization of large hierarchies, usability.

## 1. INTRODUÇÃO

Para atender a grande quantidade de informações geradas com o crescimento das corporações é necessário que a estrutura de Tecnologia da Informação (TI) da empresa esteja preparada para comportar esse crescimento. As informações devem trafegar de forma ágil e confiável pelos meios de comunicação disponibilizados pela infra-estrutura da empresa. Em várias instituições existe um grande

número de equipamentos de redes que são de vital importância para o desempenho de suas atividades. Na sua maioria essas atividades são críticas e necessitam de alta disponibilidade de seus equipamentos. Com isso gerenciar e monitorar essa infra-estrutura se torna tarefa fundamental para evitar que ocorram problemas no processo do ciclo da informação [1].

Além disso, a grande existência de dispositivos heterogêneos ligados à rede, trás a necessidade de

criar um esquema que ofereça soluções de gerenciamento adaptáveis e estruturadas, permitindo a monitoração de equipamentos compatíveis ou não [2].

Existem vários programas no mercado utilizados para o gerenciamento e monitoramento integrado da rede de computadores. Porém, cada vez mais soluções com software livre são utilizadas. Um dos softwares livres mais utilizados para tal objetivo é o Nagios [3].

Esse software possui recursos de monitoramentos bem completos, mas deixa muito a desejar quando se trata de exibir o mapa da rede que está sendo monitorada. A geração gráfica da infra-estrutura hierárquica da rede quando deparada com grandes representações hierárquicas se mostra ineficaz [4].

Existem várias abordagens para o desenvolvimento de técnicas de visualização de informações utilizadas para resolver o problema de visualização de grandes hierarquias. Entre elas podemos citar as técnicas que utilizam a abordagem de Foco+Contexto e técnicas que utilizam uma abordagem de Visão Geral+Detalhe [4].

As técnicas de Foco+Contexto fornecem uma representação visual inteira do espaço de informação bem como uma visão detalhada do item selecionado; e Visão-Geral + Detalhe que tem como característica exibir essas duas partes em áreas separadas.

A motivação desse trabalho está em utilizar uma técnica de visualização de grandes hierarquias para a construção de um módulo para o software. Essa técnica utiliza a abordagem de Foco+Contexto e vem sendo largamente utilizada em aplicativos que rodam em páginas web para exibir estruturas hierárquicas de grande porte.

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de um módulo para o Nagios que utilize uma Árvore Hiperbólica para realizar a geração da estrutura gráfica da rede monitorada, visando dessa forma corrigir os problemas de usabilidade da estrutura atual do programa. A implantação desse módulo no Nagios busca a melhoria nos processos administração e monitoramento dos serviços de rede.

## **2. GERENCIAMENTO E MONITORAMENTO DE REDES**

Rede de computadores refere a um conjunto de computadores autônomos interconectados. Para que um computador seja autônomo é necessário que este possa realizar tarefas básicas sem depender de outro computador, não existindo o conceito de mestre/escravo [6].

O gerenciamento de redes é uma atividade complexa tendo em vista o crescimento acelerado nas redes de

comunicação e o surgimento de novos fabricantes de componentes. O gerenciamento e equipamentos são muitas vezes fornecidos por software do próprio fabricante, contudo em uma organização onde o número de equipamentos ligados em rede é consideravelmente grande, e os equipamentos de rede são diversificados, certamente haverá dificuldade no gerenciamento. Para contornar essa situação temos a idéia do chamado Gerenciamento Integrado, que em suma visa utilizar apenas uma ferramenta de gerenciamento para extrair informações de toda rede de comunicação [1].

Um sistema de Gerenciamento Integrado deve abranger [8]: Tratamento de erros, fácil mudança de rota de um determinado tráfego, banco de dados com informações de usuários e objetos rede, opções de acesso remoto ao banco de dados do sistema de gerenciamento integrado, recebimentos de avisos por e-mail ou celular, mapas de rede, gráficos estatísticos e relatórios apresentados na tela de forma a facilitar o entendimento do administrador de redes.

### **2.1 Arquitetura de Gerenciamento**

O conjunto de ferramentas utilizadas para monitorar e controlar recursos e serviços contidos na rede constitui uma arquitetura para um sistema de gerência. Tal arquitetura é composta por quatro camadas de funcionalidades e uma camada de dados, além do protocolo de gerenciamento [9].

As camadas da arquitetura de gerenciamento são apresentadas a seguir [9]:

- Base de informações gerenciadas – também conhecida com MIB (Management Information Base), responsável pela troca de dados com a base de dados gerenciada. Compreende um conjunto de variáveis usadas para representar informações estáticas ou dinâmicas vinculadas a um determinado recurso ou serviço gerenciado.
- Objetos gerenciados – são dispositivos, aplicações ou quaisquer outros recursos e serviços a serem monitorados e controlados pela arquitetura.
- Entidades de gerenciamento – também conhecidas como agentes são aplicações contidas nas estações do sistema com o objetivo de coletar e armazenar dados acerca dos objetos locais gerenciados, além de responder às requisições feitas pelos gerentes do sistema.
- Gerentes do sistema – uma ou mais entidades de gerenciamento designadas para reunir informações provenientes de outras entidades, formando uma base de dados para análise e geração de relatórios gerais. Adicionalmente, podem programar outras entidades de gerenciamento (agentes) para enviarem notificações de modo automático mediante regras pré-estabelecidas.

- Interface administrativa – interface pela qual o administrador controla e monitora o sistema, configurando, requisitando e recebendo informações ou parâmetros específicos.

O modelo centralizado é o mais utilizado para o desenvolvimento de arquitetura de gerenciamento de redes, esse modelo é composto por um gerente e vários agentes. A comunicação do gerente com os agentes, é realizada por meio de um protocolo de gerenciamento e todas as informações relacionadas ao sistema são armazenadas em uma base de dados central [10].

Outro modelo utilizado é o distribuído de gerenciamento, que tem como principal característica a existência de vários subsistemas de gerenciamento independentes entre si. Nesse tipo de arquitetura são criadas entidades de gerenciamento híbridas que ora atuam como gerente e ora atuam como agente. Para isso distribui-se o processamento do gerente do sistema dividindo a arquitetura em uma hierarquia de gerentes e agentes [10].

## 2.2 Protocolos de Gerenciamento de Redes

Os protocolos de gerenciamento de redes descrevem um formato para envio de informações de gerenciamento. Um protocolo do nível de aplicação é utilizado para fazer a comunicação entre gerentes e agentes [2].

Para que possa estabelecer uma comunicação entre gerente e agente, é necessário que ambos compartilhem um mesmo esquema conceitual de informações. Para coletar tais informações é necessário que os agentes as disponibilizem para um ou mais gerentes. Tal tarefa pode ser realizada através algumas técnicas como: pooling e event report (notificações e relato de eventos).

O pooling é utilizado para estabelecer a comunicação entre o agente e o cliente em uma interação do tipo requisição e resposta. Essa técnica é utilizada para obter periodicamente informações armazenadas nas MIBs associadas aos agentes pelos gerentes. Já no event report os agentes enviam informações aos gerentes, ficando assim os gerentes aguardando a chegada das informações.

Os protocolos mais utilizados no gerenciamento de redes são o SNMP (Simple Network Management Protocol) e o CMIP (Common Management Information Service Over TCP) [11].

O protocolo SNMP é apresentado como a primeira solução para gerenciamento de redes baseadas, inicialmente, em TCP/IP. Nesse protocolo é adicionado um agente ao hardware. Este agente nada mais é do que um software que ficará encarregado de coletar dados dos dispositivos e armazená-los em uma

base de dados. Tal base de dados deve ficar disponível para posteriormente ser acessada nas estações encarregadas de monitorar a rede.

O protocolo CMIP possui uma quantidade menor de produtos que a implementam quando comparado com o SNMP. Esse protocolo é baseado no modelo OSI (Open Systems Interconnect), e possui características mais robustas em relação ao SNMP. Por conta deste fato o protocolo de gerenciamento (CMIP) e os serviços oferecidos (CMIS) também apresentam maiores complexidades. Entre suas vantagens está a quantidade maior de operações que ela disponibiliza como operações de CREATE e DELETE que permite que objetos sejam criados e eliminados dinamicamente [9].

## 2.3 Áreas funcionais do gerenciamento de redes

A arquitetura de gerência do modelo OSI é dividida em áreas funcionais bem caracterizadas. Foram definidas cinco áreas funcionais para prover a necessidade do usuário no gerenciamento de suas redes [11]: Gerenciamento de Falhas, Gerenciamento de Contabilização, Gerenciamento de Desempenho, Gerenciamento de Configuração e Gerenciamento de Segurança;

A gerência de falhas tem a responsabilidade de monitorar os estados dos recursos, da manutenção de cada um dos objetos gerenciados, e pelas decisões que devem ser tomadas para restabelecer as unidades do sistema que venham a dar problemas. Além disso, essa área funcional deve fornecer relatórios com as anomalias ocorridas na rede, coletar continuamente informações sobre o estado dos recursos gerenciados e assegurar o bom funcionamento dos componentes do sistema [9].

A gerência de Contabilidade provê meios para se medir e coletar informações a respeito da utilização dos recursos e serviços de uma rede, para podermos saber qual a taxa de uso destes recursos, para garantir que os dados estejam sempre disponíveis quando forem necessários ao sistema de gerenciamento, ou durante a fase de coleta, ou em qualquer outra fase posterior a esta. Deve existir um padrão para obtenção e para a representação das informações de contabilização, e para permitir a interoperabilidade entre os serviços dos protocolos OSI [9].

Na gerência de desempenho temos a possibilidade de avaliar o comportamento dos recursos num ambiente de gerenciamento OSI para verificar se este comportamento é eficiente. Preocupa-se com o desempenho atual da rede, através de parâmetros estatísticos como atrasos, vazão, disponibilidade, e o número de retransmissões realizadas [9].

O objetivo da gerência de configuração é o de permitir a preparação, a iniciação, a partida, a

operação contínua, e a posterior suspensão dos serviços de interconexão entre os sistemas abertos. Desta forma, tem a função de manutenção e monitoração da estrutura física e lógica de uma rede, incluindo a verificação da existência dos componentes, e a verificação da interconectividade entre estes componentes [9].

O objetivo do gerenciamento de segurança é o de fornecer subsídios à aplicação de políticas de segurança, que são os aspectos observados para que uma rede baseada no modelo OSI seja operada corretamente, protegendo os objetos gerenciados e o sistema, de acessos indevidos de intrusos. Deve providenciar um alarme ao gerente da rede sempre que se detectarem eventos relativos à segurança do sistema [9].

## **2.4 Software de monitoramento integrado Nagios**

O Nagios é uma popular aplicação de monitoração de rede de código aberto e licenciado pelo sistema GPL [3]. Ele pode monitorar tanto hosts quanto serviços, alertando-o quando ocorrerem problemas e também quando os problemas forem resolvidos [3].

Foi originalmente criado sob o nome de Netsaint, foi escrito sendo atualmente mantido por Ethan Galstad, junto com um exército de desenvolvedores que ativamente mantém plugins oficiais e não-oficiais.

As principais características do Nagios são [3]: monitoramento de redes e serviços, monitoramento dos recursos de clientes, monitoramento de fatores ambientais, notificação de resultados e definição de hierarquia de redes.

## **3. USABILIDADE DE SOFTWARE**

Usabilidade é o termo usado para descrever a qualidade da interação dos usuários com uma determinada interface [12]. Esta qualidade está associada aos seguintes princípios [13]: Facilidade de aprendizado, facilidade de lembrar como realizar uma tarefa após algum tempo, rapidez no desenvolvimento de tarefas, baixa taxa de erros, satisfação subjetiva do usuário.

Quando um determinado usuário ou um grupo de usuários encontra dificuldades para realizar uma tarefa com a interface, dizemos que esta interface apresenta um problema de usabilidade. Essas dificuldades podem ter origens variadas e ocasionar perda de dados, diminuição da produtividade e até mesmo a total rejeição do software por parte dos usuários [5].

Algumas métricas ou fatores podem ser usados para a determinação de um problema de usabilidade tais como: desempenho do usuário durante a realização de tarefas, satisfação subjetiva do usuário,

correspondência com os objetivos do usuário e adequação a padrões [5].

Desempenho do usuário durante a realização de tarefas: é a observação da realização de tarefas realizadas de forma direta ou indireta por usuários, permitindo a verificação das seguintes métricas:

Satisfação subjetiva do usuário: a usabilidade é também uma qualidade subjetiva que compreende a opinião do usuário da interface; se os usuários estão satisfeitos com a interface, o efeito de eventuais problemas é minimizado.

Correspondência com os objetivos do usuário: é independente das tarefas suportadas pelo sistema. Checa se os objetivos do usuário foram alcançados. Esta é uma métrica que pode ser quantitativa ou qualitativa, de acordo com o que é considerado como objetivo final dos usuários.

Adequação a padrões (normas, recomendações ergonômicas, etc.) grande parte do conhecimento sobre usabilidade é organizado na forma de normas e recomendações ergonômicas tais como as definidas pela ISO9241. Tais recomendações descrevem padrões conhecidos de problemas e, em alguns casos, propõem soluções ou alternativas para evitá-los. Pode-se verificar a usabilidade inspecionando uma interface em relação a tais recomendações. Se a interface as segue pode-se estimar que os problemas de usabilidade foram evitados.

## **4. VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO**

### **4.1 Introdução**

A visualização de Informação consiste em utilizar recursos da computação gráfica para auxiliar a visualização, análise e compreensão de um determinado conjunto de dados. Tal auxílio é proporcionado em grande parte pela utilização de forma interativa das formas visuais permitindo que o usuário manipule a forma como os dados são visualizados [14].

A Visualização de Informações estuda formas de transformar dados abstratos em imagens reais ou mentalmente visíveis, de forma a facilitar a sua compreensão e ajudar na descoberta de novas informações contidas nesses dados. Esse processo visa auxiliar no entendimento de um assunto, no qual, sem uma visualização, seria mais difícil de ser compreendido [15].

### **4.2 Visualização de hierarquias**

Os tradicionais métodos de recuperação das informações são associados às entidades que compõem estruturas organizadas hierarquicamente. São exemplos, árvores genealógicas, organogramas, e mapas de web sites, que necessitam de mecanismos

de exploração a fim de que possam perceber de forma mais intuitiva os relacionamentos existentes entre seus componentes [4].

Os leiautes mais utilizados para apresentação de estruturas hierárquicas são: Digrama top-down, listas delimitadas, listas endentadas, conjuntos aninhados.

No caso de do diagrama top-down a relação entre a largura e profundidade da hierarquia pode trazer dificuldades na visualização. Na medida que árvore cresce linearmente em profundidade, o espaço exigido para a exibição do nível mais baixo cresce de forma exponencial.

A técnica com listas delimitadas têm a vantagem de exibir os relacionamentos pai/filhos de forma mais clara, porém essa técnica faz com que o usuário tenha que percorrer o caminho de todos os nós para construir o modelo mental da hierarquia. Nas listas delimitadas são listados todos os caminhos da raiz a cada nó existente na hierarquia, separando cada elemento com uma barra. Para a percepção global em grandes hierarquias essa forma de representação torna-se inaceitável.

A lista endentada resolve algumas dificuldades inerentes às listas delimitadas, como a exibição da estrutura da árvore. Isso permite a exibição de um maior número de detalhes sobre os nós visualizados, mas introduz outras dificuldades quando as árvores crescem em tamanho. A exibição de apenas um nó por linha ocasiona uma visualização reduzida do trecho da hierarquia, gerando problemas referente à perda de contexto durante a navegação. Outro fato a ser observado é quantidade de linhas paralelas ao longo da margem esquerda da tela, que podem conduzir a uma confusão sobre os relacionamentos pai/filhos existentes na estrutura.

Outra técnica utilizada mostra os dados através de conjuntos. Essa representação é denominada Conjuntos Aninhados. Nela a árvore é exibida como um grupo de conjuntos, onde cada nó é desenhado como um subconjunto de seu pai. Embora a área para exibição de informações dentro dos nós seja limitada, a vantagem dessa representação está no melhor aproveitamento do espaço da tela.

### **4.3 Visualização de grandes hierarquias**

Podemos citar duas abordagens para o tratamento da exibição de grandes estruturas hierárquicas, são elas: Foco + Contexto que fornece uma representação visual inteira do espaço de informação bem como uma visão detalhada do item selecionado; e Visão-Geral + Detalhe que tem como característica exibir essas duas partes em áreas separadas.

A abordagem Visão Geral+Detalhe consiste em separar a área visual da estrutura a ser observada em uma área principal, que é foco do trabalho realizado,

e em outras pequenas áreas. A área principal é mais detalhada focando a parte que está sendo concentrado o seu trabalho e as demais são simplificadas. A visão principal é chamada de detalhe, as demais formam a visão geral. [4].

Esse tipo de abordagem envolve cuidadoso balanceamento na distribuição do uso do espaço. Utiliza-se nessa abordagem o processo de zoom para obtenção da visão da parte da estrutura que se quer ver em detalhes pode ser conseguido através da utilização de um zoom espacial ou zoom semântico. No zoom espacial a visão de detalhe é apenas uma versão ampliada do trecho da visão geral que interessa. Já no zoom semântico, o conteúdo mantém-se o mesmo, mas a aparência é alterada.

A falta de uma relação mais orgânica e menos arbitrária no posicionamento das vistas pode sobrecarregar a memória além de aumentar o tempo da busca visual, o que pode ser considerado o principal problema dessa abordagem.

Nas técnicas de foco+contexto procura-se ampliar a região de interesse, enquanto se compacta o restante da imagem (do contexto). Como essa abordagem emprega uma distorção da imagem original, ela demanda maior tempo para ser compreendida.

As principais variações da técnica de Foco+Contexto são: Fish-eye e Navegador Hiperbólico [15].

A técnica de visualização Fish-eye produz um efeito semelhante ao de um olho de peixe ou de uma lente de aumento. Ela permite uma visão mais detalhada de uma região de interesse sem haver perda de seus arredores, através de uma taxa maior de ampliação no centro da região de interesse e decrescente no sentido da periferia da imagem [17].

O Navegador Hiperbólico, combina Foco+Contexto com desenho radial de árvores para auxiliar na exploração de grandes hierarquias. Nessa representação, mudanças de foco podem ser realizadas através de movimentos simples do mouse objetivando selecionar vértices de maior interesse. Isso move o vértice selecionado para o centro da tela, ocasionando uma compactação das informações que estão distantes do mesmo. Além disso, o sistema realiza transições gradativas e suaves da mudança do ponto de foco, a fim de preservar o mapa mental construído para aquela estrutura [18].

### **4.4 Árvore Hiperbólica, HiperNavegador e HiperEditor**

Árvore Hiperbólica é um recurso de visualização gráfico, que visa facilitar a navegação em conjuntos de dados hierárquicos muito grandes. Segue a técnica, Navegador Hiperbólico, uma das técnicas de visualização baseado na abordagem foco+contexto. Nessa representação utiliza-se como base, a forma

visual de uma estrutura de árvore em espaço hiperbólico delimitado por uma região circular. O foco da observação é visualizado no centro do círculo, quanto maior a distância do centro maior é o número de informações apresentadas, de modo que o foco e seu contexto imediato, são de fácil legibilidade e as regiões próximas à borda do círculo apresentam uma grande densidade de informações [18].

A Embrapa Informática Agropecuária desenvolveu ferramentas que incorporam algoritmos para apresentação de hierarquias em espaço hiperbólico. O objetivo dessas ferramentas é utilizar esta técnica de visualização de informações para que essa estrutura pudesse ser utilizada em páginas da web. Com isso foram criados dois softwares livres, o HiperNavegador e o HiperEditor. A primeira ferramenta permite a visualização de uma árvore hiperbólica em páginas web, a segunda permite a edição da estrutura da árvore hiperbólica que será apresentada pelo HiperNavegador [20].

Ambas as ferramentas utilizaram como base a biblioteca JAVA para visualização da geometria hiperbólica implementada por Bouthier [21]

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido utilizando as seguintes tecnologias: JAVA, JAVA – APPLET, PHP e HTML.

O ambiente de teste foi à rede da Universidade Federal de Lavras. Para o experimento foi utilizada uma máquina localizada no Centro de Informática da universidade, em um ponto estratégico na rede física da universidade. A configuração da máquina na qual está instalado o Nagios é a seguinte: 512 MB de memória RAM, processador Pentium IV 1,76 GHz, 80 GB de HD.

Foi utilizado também o HiperNavegador, ferramenta desenvolvida pela Embrapa sobre licença GPL (General Public License), responsável pela visualização da estrutura hierárquica através de um navegador.

Para o funcionamento do módulo é necessário ter a máquina virtual JAVA instalada no servidor. Os arquivos do módulo devem ser salvos na pasta web do Nagios, juntamente com os demais arquivos com extensão .html. No ambiente testado os diretórios dos arquivos são:

- usr/local/nagios/etc: localização do arquivo host.cfg, responsável pelo cadastro dos equipamentos gerenciados.

- usr/local/nagios/var: localização do arquivo que armazena o estado dos serviços que estão rodando em cada equipamento da rede.

- usr/local/nagios/share: pasta onde estão localizados a página do software Nagios. Os arquivos responsáveis pelo funcionamento do módulo criado nesse trabalho deveriam ser colocados neste diretório.

Os arquivos do módulo são compreendidos por:

- Biblioteca Java do Software HiperNavegador.

- Arquivo Converte.java: classe em linguagem Java adaptada para gerar o arquivo com extensão .htz utilizado pelo HiperNavegador na geração da árvore hiperbólica.

- Arquivo Converte.class: arquivo compilado da classe Converte.java.

- Arquivo no.php: classe construída em linguagem php que mapeia as informações de host (equipamentos da rede).

- Arquivo servico.php: classe construída em linguagem php que mapeia as informações sobre os serviços de rede que estão rodando em cada host.

- Arquivo geracsv.php: principal arquivo do módulo, seu código fonte foi construído em linguagem php. Ele é responsável por traduzir as informações contidas nos arquivos de log do Nagios em um arquivo com extensão .csv que posteriormente será lido para a geração da árvore hiperbólica pelo HiperNavegador. Este código utiliza as duas classes em linguagem PHP citadas nos itens anteriores para realizar a tradução. Além disso, o código também é responsável por invocar a classe em linguagem Java já compilada Converte.class, passando como parâmetro a ela o arquivo com extensão .csv por ele gerado. Depois esse invoca o arquivo navega.html que utiliza o arquivo .htz gerado através da classe Converte.class para ativar o HiperNavegador e gerar a árvore hiperbólica.

A idéia do desenvolvimento desse módulo é utilizar o HiperNavegador dentro do Nagios para exibição de sua hierarquia de rede. No entanto, para a geração dessa estrutura através do software Nagios o HiperEditor não pode ser utilizado, já que trata de uma geração estática e manual da hierarquia.

A estrutura gráfica de monitoramento padrão do software Nagios é gerada dinamicamente. Cada mudança no estado de determinado nó é refletida diretamente na hierarquia visualizada. Para realizar tal tarefa, a cada vez que o Nagios consulta o estado de um determinado equipamento na rede, ele escreve as informações coletadas em um arquivo de log. Toda vez que é requisitado a visualização da hierarquia de rede, esse arquivo de log é consultado, e assim posteriormente é montada a estrutura gráfica da hierarquia. Além disso, para geração dessa estrutura é necessário que o administrador do Nagios configure um arquivo de hosts. Nesse arquivo devem ser

cadastrados todos os hosts (equipamentos de rede) que serão exibidos, assim como as informações características de cada host, tais como: nome do host, ip, intervalo de notificação entre outras informações.

Tendo o arquivo de host devidamente configurado, a idéia do software desenvolvido neste trabalho é utilizar o mesmo mecanismo, anteriormente citado, para a atualização da árvore hiperbólica que será gerada pelo módulo.

A Embrapa disponibiliza também no pacote de instalação do HiperEditor/HiperNavegador um algoritmo geração do arquivo .htz, citado no capítulo anterior, através de um arquivo .csv sem a utilização do HiperEditor.

Para essa geração o arquivo csv deve estar da seguinte forma:

- Cada linha do arquivo deve ser iniciada pelo nó raiz.
- Cada nó da árvore de ser separado por ponto e vírgula (;).
- Cada linha representa um caminho da raiz até um determinado nó.

Neste arquivo não são passadas informações como cor do nó, hint (Mensagem informativa do nó) e url (link do nó).

A partir dessas informações o desenvolvimento do módulo seguiu os seguintes passos:

- Modificação do leiaute do arquivo csv: foi acrescentado no leiaute do arquivo com extensão .csv as seguintes informações: Cor, Estado (UP ou DOWN), Hint (Descrição dos serviços que estão rodando na máquina e seu estado (UP ou DOWN) e IP. Os nós continuam sendo separadas por ponto e vírgula (;) e as informações adicionais são separados por uma barra vertical (|). Esse arquivo foi chamado de Geral.csv.
- Criação de código que faz a tradução dos dados dos arquivos do Nagios no Leiaute do arquivo .csv modificado no passo anterior: Este código foi feito na linguagem PHP e utiliza duas classes no.php (contém informações a respeito do arquivo de hosts do Nagios) e service.php (contém informações a respeito dos serviços rodando em cada nó). Esse arquivo foi chamado de geracsv.php.
- Modificação do código que gera o arquivo com extensão .htz através do arquivo com extensão .csv: como o leiaute do arquivo .csv foi modificado, torna necessária também a modificação desse arquivo. Esse arquivo foi chamado de Converte.class.

Para finalizar, o arquivo que possui as opções de menu do Nagios foi modificado. O arquivo se chama side.html e está localizado na pasta web do software.

Foi adicionado no arquivo mais uma opção de menu, com o nome Hiperbolic Tree e seu link foi modificado para apontar para o arquivo geracsv.php. Esse script PHP além de fazer a tradução dos dados dos arquivos do Nagios no leiaute do arquivo com extensão .csv modificado, executa o programa Converte.class passando como parâmetro o arquivo Geral.csv por ele criado. Esse programa cria o arquivo seg1.htz que é utilizado para gerar o applet da árvore hiperbólica. Depois de criado o arquivo seg1.htz, o próprio script PHP chama o arquivo navega.html que é responsável por invocar o applet montado através do arquivo seg1.htz através do HiperNavegador.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo de geração gráfica da estrutura hierárquica do Nagios segue dois modelos básicos: balanced tree, circular e suas variações (Circular Marked Up, Circular Balloon).

Esses modelos apresentam problemas de usabilidade comuns a interfaces web e a visualização de grandes hierarquias.

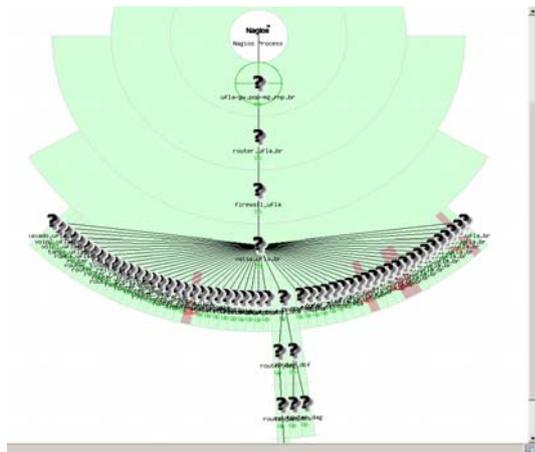
O modelo de visualização balanced tree tem como característica a visualização de toda hierarquia no formato de uma árvore balanceada. Cada nó pertencente a um mesmo grau hierárquico, é exibido na mesma linha horizontal. Esse modelo pode ser visualizado em várias escalas e vários tamanhos. Os nós escritos com a palavra up estão respondendo, os nós escritos com palavra down não estão respondendo aos testes aplicados pelo Nagios. Quando está com um sinal de interrogação significa que o nó não possui imagem representativa do nó. Como problemas de usabilidade desse modelo podemos citar:

- Aparecimento de barras de rolagem: a necessidade de utilizar barras de rolagem para a visualização de todos os nós da rede torna lento o processo de pesquisa dos nós da rede.
- Perda de contexto: como estamos trabalhando com hierarquias a interpretação dos dados está fortemente ligada aos nós e suas relações de parentesco. A utilização de barras de rolagem para chegar aos nós mais distantes da raiz ocasionam uma perda de contexto. Essa perda de contexto proporciona uma maior dificuldade na interpretação dos dados exibidos.
- Visualização confusa dos nós: mudanças na escala de visualização reduzem a perda de contexto, contudo torna a visualização dos nós muito confusa, ficando muito difícil à identificação dos nós.

O modelo de visualização circular tem como característica exibir a estrutura hierárquica em formato circular. Os nós de mesmo grau hierárquico

são dispostos em um mesmo círculo. Nós de maior hierarquia são exibidos nos círculos menores, enquanto os nós filhos são exibidos nos círculos mais externos.

A figura a abaixo demonstra o modelo de visualização Circular Marked Up, uma variação o modelo circular que tem marcado por uma linha circular cada camada da hierárquica da rede. Esse modelo pode ser visualizado em várias escalas e vários tamanhos.



Como no modelo anterior os nós escritos com a palavra up estão respondendo, os nós escritos de com palavra down não estão respondendo aos testes aplicados pelo Nagios. Quando está com um sinal de interrogação significa que o nó não possui imagem representativa do nó.

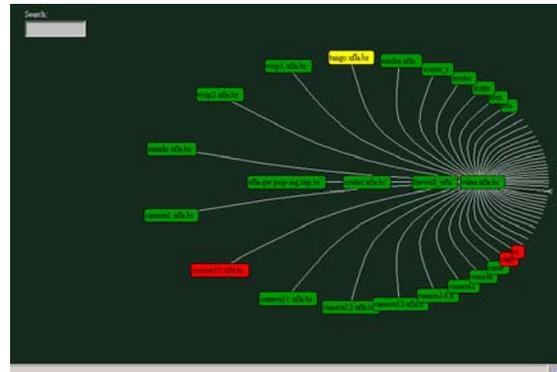
Como problemas de usabilidade desse modelo podemos citar:

- Aparecimento de barras de rolagem: como no modelo anterior o problema das barras de rolagem também foi evidenciado.
- Perda de contexto: a perda de contexto embora diminuída também foi encontrada nessa visualização quando existe um número grande de nós em hierarquias distintas.
- Visualização confusa dos nós: nesse modelo mesmo sem a mudança na escala podemos notar que a identificação dos nós está comprometida devida a sobreposição dos nós com seus vizinhos no mesmo grau hierárquico.

O modelo implementado neste trabalho foi a árvore hiperbólica e visa eliminar os problemas encontrados nos modelos vigentes do Nagios. Nesse modelo os nós aumentam e diminuem de tamanho, saindo e entrando em foco, podendo ser expandidos quando o usuário arrastar os nós com o mouse ou, ainda, por meio de pesquisa direta pelo nó. Esse recurso permite grande flexibilidade e agilidade na tela. A técnica de visualização hiperbólica, a expansão e poda dos nós

na estrutura são operações que mantêm sempre uma sub-árvore visível reduzindo, para o usuário, a sensação de perda de contexto.

A figura abaixo é um exemplo de visualização do modelo implementado nesse trabalho. Nessa visualização o nó raiz está no centro de tela.



## 6.2 Melhorias na usabilidade do Nagios

A implantação do módulo com o a técnica de visualização com árvore hiperbólica proporcionou as seguintes melhorias na usabilidade do software Nagios:

- Aparecimento de barras de rolagem: o aparecimento de barras de rolagem evidenciado nos modelos balanced tree, circular e suas variações não é mais problema com o módulo implantado. Para chegar em nós mais distantes da raiz, basta clicar sobre o nó mais próximo que deseja visualizar e arrastá-lo para o centro da tela de forma simples e rápida.
- Perda de contexto: como esperado a perda de contexto foi extremamente diminuída. Na movimentação dessa interface, os nós da rede aumentam e diminuem de tamanho, saindo e entrando em foco, podendo ser expandidos quando o usuário arrastar os nós com o mouse. Essa operação mantém sempre uma sub-árvore visível reduzindo para o usuário a sensação de perda de contexto.
- Visualização confusa dos nós: no modelo atual a sobreposição dos nós só acontece quando os nós estão muito longe do foco central da tela. Bastando assim realizar a operação de clique e arraste do nó sobreposto para sua melhor visualização e contextualização.

Além dessas características, o módulo implantado possui um recurso adicional que é a pesquisa de um determinado nó diretamente na árvore hiperbólica. Para realizar a pesquisa basta digitar uma palavra relacionada ao nome do nó e todas as suas ocorrências serão relacionadas.

## 6.3 Melhorias no monitoramento da rede com a árvore hiperbólica

Após a implantação do módulo foi notada uma significativa melhoria no processo de monitoramento da rede para o ambiente testado, principalmente no que diz respeito à agilidade e facilidade de interpretação da nova representação. Os seguintes pontos foram considerados críticos nessa melhoria:

- Redução na perda de contexto: a não utilização de barras de rolagem aliado às vantagens da técnica de foco+contexto inseridas com a árvore hiperbólica tornaram mais rápido e fácil a interpretação das dependências de cada nó da rede representado pela hierarquia.
- Redução da necessidade da memorização da estrutura física da rede: o mecanismo de busca disponibilizado faz com que o administrador não necessite memorizar a geometria da rede para encontrar mais rapidamente um determinado nó.
- Melhoria na legibilidade da visualização da hierarquia: as operações de clique e arraste possibilitam uma maneira rápida e fácil de melhor visualizar a área desejada diminuindo a sobreposição dos nós da área de interesse.

Esses recursos além de proporcionarem grande flexibilidade e agilidade na tela do computador representam uma maneira eficiente de exibir redes de computadores, mostrando com exatidão suas reais dimensões e relacionamentos.

## **5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS**

A necessidade de encontrar mecanismos mais eficientes para o monitoramento das redes de computadores é uma tarefa de significativa importância para que o fluxo das informações das instituições não seja comprometido.

A adoção de ferramentas de código aberto vem se tornando mais comum a cada dia, proporcionando soluções eficientes e baratas para solucionar diversos problemas corporativos.

Com essa filosofia, o desenvolvimento do módulo para ferramenta de gerenciamento integrado de redes Nagios, que possui código fonte aberto, foi mais uma estratégia de sucesso para a resolução de mais um problema corporativo.

O módulo para o software Nagios implantado com esse trabalho melhorou o processo de monitoramento de redes no ambiente testado (Universidade Federal de Lavras) e mostrou resultados promissores, sendo que sua eficiência está na capacidade de monitorar grandes quantidades de equipamentos de rede de forma rápida e simples. Essa eficiência foi adquirida graças às vantagens da aplicação de uma técnica de visualização de informações para dados que são naturalmente dispostos de maneira hierárquica.

Os problemas de usabilidade anteriormente detectados foram significativamente melhorados após implantação do software. O mecanismo de busca da ferramenta possibilitou maior agilidade nas pesquisas de determinado equipamento, evitando memorização da geometria da rede pelo analista. Além disso, a melhoria da funcionalidade proporcionada pelo módulo implantado, somado ao grande acervo de funcionalidades do software Nagios, torna o software ainda mais atrativo e lucrativo as instituições que optarem por sua utilização.

Como trabalhos futuros podemos citar as seguintes melhorias:

- Criação de um instalador para o módulo.
- Criação de uma área no Nagios para personalizar as cores dos nós de acordo com cada estado.
- Criação de links nos nós para que possa ser realizada alguma ação de gerenciamento do Nagios.

Essas melhorias visam o melhor aproveitamento da capacidade visual humana através da utilização de ícones, melhorar a facilidade de instalação e configuração do módulo e possibilitar a através do módulo criado a correção de alguns erros detectados pela visualização gerada. Para a correção dos erros os links adicionados aos nós funcionarão com gatilhos para funções de correções de erros nativas ou não do Nagios.

## **REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO**

[1] PEREIRA, J. C. Estudo e Implementação do Nagios para monitoramento de redes locais, 2007. 78 p. Monografia ( Sistemas de Informação do Centro Universitário Jaraguá do Sul) – Centro Universitário Jaraguá do Sul, Jaraguá do Sul.

[2] PEREIRA, M. C. Administração e Gerência de Redes de Computadores. Pós-graduação em Ciência da Computação, 2001 - CPGCC. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis - SC.

[3] ANDRADE, H. A. Nagios como solução de monitoramento de redes, 2006. 65 p. Monografia – Departamento de Ciência da computação da Universidade Federal de Lavras, Lavras.

[5] Marcelo M. W., Pimenta, S, Avaliação de Usabilidade de Sites Web, 2001 LIHS -IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse) 118, route de Narbonne 31062 - Toulouse Cedex 4 – França.

[4] CAVA, R. A. Bifocal Tree Uma Técnica Para Visualização de Estruturas Hierárquicas. 2002. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) –

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[6] ANDREW S. Redes de Computadores. 5a.ed. tradução [3a. Ed. Americana].Ed. Campus Ltda. Rio de Janeiro, 1997.

[7] CORREIA, L. H. A. et al. Redes de Computadores, Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Administração em Redes Linux – Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.

[8] TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadores – 3. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

[9] CAMELO, Luiz David S. de P. Modelo Para Gerenciamento Remoto De Falhas Em Arquiteturas De Ambientes Virtuais Em Redes, 2006, 106p. Dissertação Apresentada ao Mestrado em Ciência da Computação Universidade Federal do Ceará.

[10] LEINWAND, A. & FANG, K. Network Management A Practical Perspective, Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1993.

[11] STALLINGS, W. SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2. Prentice Hall. 1999.

[12] BEVAN, N. Usability is quality of use, 1995. In: Anzai & Ogawa (eds) Proc. 6th International Conference on Human Computer Interaction, July. Elsevier.

[13] NIELSEN, J. Usability Engineering., 1993 Boston - USA: Academic Press, 362 p.

[14] FREITAS, M. D. S. et al. Introdução a Visualização de Informações, Revista de Informática Teórica e Aplicada, vol. 3, nº 2, 2001-16p.

[15] DO NASCIMENTO, H. A. D.; FERREIRA, C. B. R.. Visualização de Informações – Uma Abordagem Prática, 2005. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXIV JAI. UNISINOS, S. Leopoldo – RS.

[16] ALMEIDA, M.O. Uma ferramenta para mineração visual de dados usando mapas em árvore e suas aplicações, 2003, 59p, Dissertação (Mestrado Profissional em Redes de Computadores Computação) – Universidade de Salvador, Salvador.

[17] FURNAS, George W. The FISHEYE View: A New Look at Structured Files. In: CARD, Stuart K.; MACKINLAY, Jock D.; SHNEIDERMAN, Ben. Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1999. p.312-330.

[18] Lamping, J. and Rao, R.. The hyperbolic browser: A focus + context technique for visualizing large hierarchies, 1996. Journal of Visual Languages and Computing, 7(1):33–35.

[19] EVANGELISTA. S. R. M, Manual do HiperEditor e do HiperNavegador. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2007, CDD-21º ed. 26p.

[20] DA CRUZ. S. A. B, Mecanismo para Edição de Árvore Hiperbólica através da Web. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2007, CDD-21º ed. 26p.

[21] BOUTHIER, C. Bouthier family. Disponível em: <http://www.bouthier.net> . Acesso em: Outubro de 2008.