

SNMP – Simple Network Management Protocol

Gerenciador de rede para sistemas

Oliveira, G, S.

guglieilmor@gmail.com

Curso Técnico em Informática

Rua Gen, Balbão, nº181, Centro

Charqueadas, Rio Grande do Sul, Brasil

Instituto Federal Sul-rio-grandense – IFSUL

Abstract — This article presents the *SNMP* protocol highlighting its history and operation. Also included is a *Nagios* installation tutorial and detailed explanations of the protocol

I. INTRODUÇÃO

Nesse artigo, analisamos pontos importantes sobre o funcionamento e estrutura do protocolo *SNMP*. Segundo pesquisas realizadas sobre, conseguimos entender como funciona aspectos técnicos não conhecidos geralmente, pelos seus administradores de rede. Contamos a história do *SNMP*, no surgimento necessário de um gerenciador de redes, época na qual, a rede mundial de computadores tinha dado inúmeros passos a contemporaneidade, e o que dará no futuro. Seguimos descrevendo suas versões: *SNMPv1*, *SNMPv2* e *SNMPv3* citando durante suas especificações *Pedidos de comentários - RFC*. O funcionamento é o corpo do artigo, parte na qual é a mais informativa, contendo descrições bem mais detalhadas sobre a complexidades do protocolo *SNMP*, introduzimos nela, a chamada *MIB*. A *Base de informações de gerenciamento - MIB*, é responsável pela ação do protocolo *Simple de Gerência de Rede - SNMP*, citando também suas versões *MIB-I* e *MIB-II*. Por fim, analisamos a prática do protocolo *SNMP* em um programa de monitoramento “popular”, simulamos o passo a passo da instalação do *Nagios*, *software* de monitoramento de rede. Ilustrações foram adicionadas para melhor entendimento da instalação.

II. HISTÓRIA

No início dos anos 80, a rede mundial de computadores ampliou sua capacidade e eficiência, de uma organização de porte pequeno, para uma organização de redes maiores e mais complexas, interconectadas. Evidentemente que o desenvolvimento de um protocolo que administrasse a rede seria necessário, logo, em abril de 1988 a governança da internet, a *Internet Architecture Board - IAB* publicou uma importante recomendação *Request for Comments - RFC 1052* [5] - *IAB Recommendations for the Development of Internet Network Management Standards*. Está *RFC* apresentava os requisitos para a padronização da gerência de redes [1].

O primeiro protocolo testado e usado foi o *Simple Network Management Protocol - SNMP*. A ideia, inicialmente, foi criar uma solução rápida que driblasse temporariamente as

dificuldades de administrações de redes na época de 1989, ano na qual, o protocolo descritivo até agora, como provisório, foi fundamental para a evolução e referência em administração. Foram publicadas ainda em 1998, e utilizavam parte dos conceitos já desenvolvidos para roteadores, principalmente o *Simple Gateway Monitoring Protocol - SGMP*. O processo foi ganhando atualizações e melhoramento, em maio 1991 foi publicada a versão 1.0 do *SNMP*, baseado na *RFC* foi reescrita e com a inclusão de novas funcionalidades [1].

Antes emergiram protocolos de administração de rede diferentes, nos anos 80, mais especificamente dois protocolos que herdaram características do *SNMP* original. O *SNMPv2*, que fundindo aspectos que no protocolo mais utilizado – O *SNMP* – melhoram e aprimoram somando os dois. O segundo é o *Common Management Information Protocol - CMIP* que era mais organizado e o que conteve mais características que *SNMPv1* ou *SNMPv2* [2]. Nas próximas sessões abordaremos separadamente as versões do *SNMP* de modo aprofundar nossos conhecimentos a respeito de cada versão:

A. *SNMPv1*:

O modelo nomeado *SNMPv1* é baseado no conceito chamado *SNMP MIB view*. Apesar da antecipação de um serviço de autenticação, suportando vários métodos, não foi criado nenhum método além de uma simples autenticação baseado em *community strings*, sendo assim sua maior deficiência. O *SNMPv1* consiste em documentos, tais eles [4]:

- *RFC 1155* define o *Structure of Management Information - SMI*. Ou seja, os mecanismos usados para descrever e nomear os objetos que serão gerenciados. Define linguagem de dados;

- *RFC 1212* define um mecanismo de descrição mais conciso, mas é inteiramente consistente ao *SMI*. Define linguagem de dados;

- *RFC 1157* define o *SNMP*. Operações do protocolo *SNMPv1* utilizando *protocol data units (PDUs)*;

No *SNMPv1* especifica o uso de uma série de tipos de dados do *SMI-specific*, que são divididos em duas categorias [3]:

- Tipos de dados simples, três tipos de dados simples são definidos na *SMI SNMPv1*;

- Tipos de dados de Aplicação vasta, sete tipos de dados de aplicação vasta existem no *SNMPv1 SMI*: endereços de rede, contadores, medidores, *time ticks*, opacos, inteiros(integer) e inteiros sem sinal;

B. SNMPv2:

O *SNMPv2* consiste em basicamente complementar o *SNMPv1*, ou seja, muito de tudo que o *SNMPv1* possui, é melhorada na segunda versão. O *SNMPv2* está descrito nas *RFCs*: 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, e 1907. A relação entre o *SNMPv1* e o *SNMPv2* está descrita no *RFC 1908*. O *SNMPv2* possui suas melhorias já dito, substituiremos a palavra ‘melhoria’ por vantagens. Essas vantagens sobre o *SNMPv2* em relação ao *SNMPv1* são elas [4]:’

- Mais um tipo de dados: 64 bits counter;
- Notificação de evento confirmado: operador *inform*;
- Maior detalhamento dos erros;
- Melhorias na definição da linguagem de dados;
- Modos facilitados de criação e deleção de linhas na *MIB*;
- Melhora na eficiência e na performance: operador *get-bulk*;

Apesar do modelo *SNMPv2* estar descrito no *RFCs 1902-1907*, alguns objetivos iniciais do projeto não foram implementados. Os objetivos não alcançados incluem o fornecimento de segurança tais como:

- Privacidade: confidencialidade;
- Autenticação: identificação da origem, integridade da mensagem;

C. SNMPv3:

Com o apoio de grupos especialistas e pesquisas, contribuíram para o desenvolvimento e criação do protocolo *Management Information Base - MIB*, com compatibilidade para quaisquer tipos de equipamentos conectados à rede de computadores (*bridges, roteadores, hubs, monitores ASCII* e interfaces *WAN, DS1, DS3, X.25, Frame Relay, Ethernet, Token Ring, FDDI*, e etc. [2]).

O protocolo *SNMP* só começou de fato a ser largamente utilizado quando a rede ganhava sua expansão significativa, isso na década de 90. Em novembro de 1991 novos requisitos são adicionados para a integração de (*probes*) com a finalidade de permitir a verificação passiva do tráfego em um segmento da rede *Local Area Network (LAN)* para análises posteriores. Em abril de 1993, a versão 2 do *SNMP* é publicada, com funcionalidades de segurança e autenticação. Está versão é criticada porque introduz complexidade e não é completamente compatível com a versão 1, um fato discutível e fora do foco proposto nesse artigo. Finalmente em 1997 a versão 3 do *SNMP*

é publicada com funcionalidades adicionais de administração e segurança [1].

Nesse capítulo estudamos o início e criação do protocolo de administração e segurança *SNMP*. Catalogado no seu tempo e protocolos suportes para o seu desenvolvimento e aperfeiçoamento. Citado e explicado as suas funcionalidades e especificações do *SNMPv1*, *SNMPv2* e *SNMPv3*. Finalizamos descrevendo a importância do *SNMP* no controle e administração de uma rede. No próximo capítulo vai focar na sua função, aprofundando métodos e formas de usá-lo e suas composições. Figura 1-1 linha do tempo do protocolo *SNMP*:

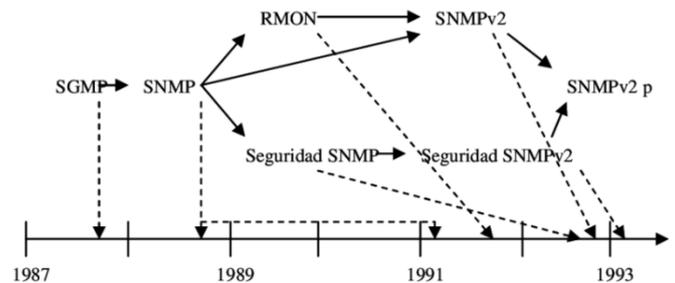


Figura 1-1: Linha do tempo do protocolo *SNMP* [27].

III. FUNCIONAMENTO

Para melhor entendimento dos leitores, precisamos entender o básico para compreendermos a função do protocolo *SNMP* em redes de computadores, com isso em mente fazemos uma pergunta; e logo abaixo a respondemos: O que é gerenciamento de rede?

O gerenciamento constitui em algumas centrais de controles. Em uma ilustração, podemos aplicar esse conceito quando se tem muitos componentes em uma interação, logo, deve ser monitorada, gerenciada e controlada por um administrador. Um exemplo: Em uma usina nuclear de geração de energia elétrica, se tem uma sala de controle, onde mostradores, medidores e lâmpadas monitoram o estado (temperatura, pressão, vazão de válvulas, tubulações, vasos e outros) dos componentes remotos de instalação industrial. Esse monitoramento é mais que necessário para que o controlador tenha o alerta e inspeção da planta do ambiente com componentes a serem gerenciados. Nos primórdios das redes interligadas de computadores, quando ela ainda era apenas um artefato de pesquisa, não se pensava que um dia seria necessário um gerenciador de redes. Em 27 de outubro de 1980, muito antes da existência de alguma ferramenta que se encarregasse de monitorar uma rede, houve a primeira grande ‘queda’ da *ARPAnet*, logo depois começou a surgir grandes instituições tanto privadas quanto públicas de *infra-estruturas* globais, a visão de gerenciamento mais sistematicamente a enorme quantidade de componentes de *hardware* e *software* dentro dessas redes também se tornou mais importante [7] [8].

Com o intuito de motivar nosso estudo de gerenciamento de redes, vamos começar. O protocolo simples

de gerenciamento de rede é um protocolo que pode ser usado por *softwares e hardwares*, ele foi inicialmente projetado para monitorar vários componentes de redes e sistemas. Fornecendo recursos de enviar alertas caso a utilização atinja um certo valor, ou quando a temperatura de dentro de um sistema de servidor atingir um certo limite. Além é claro, de observar falhas ou possíveis problemas. Os administradores de redes e sistemas podem querer monitorar as atividades durante um intervalo de tempo, para encontrar tendências ou mudanças que futuramente podem causar problemas maiores que grandes proporções. Para esses e outros tipos de itens, podem ser capturados ou disparados através do uso do protocolo *SNMP* [13]. Figura 2-1 Arquitetura do *SNMP*:

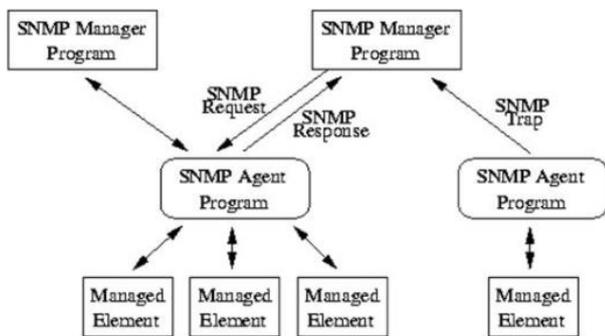


Figura 2-1: Arquitetura do *SNMP* [26].

Projetado e arquitetado para dar ao usuário uma capacidade remota de administração de uma rede de computadores, recolhendo informações e atribuindo valores em terminais monitorando possíveis eventualidades da rede. Se baseia bastante na chamada “*cliente/servidor*”. É estabelecido uma comunicação entre o programa *cliente* e *servidor* sendo executado em um *host* ou roteador. Além de cuidar da autenticação dos *gerentes* e administrar roteadores, ele define formas e o significado das mensagens trocadas e a representação tanto de nomes quanto valores em cada mensagem [6].

“Se baseia na arquitetura clássica de cliente/servidor, onde o programa cliente (chamado de gerente) faz conexões ao programa servidor (chamado de agente), presente nos nós da rede, trazendo informações ou modificando o status da base de dados (chamada de MIB) do agente [2]”.

	Modelo SNMP	Gerenciamento baseado na Web	Gerenciamento com Web Services
Arquitetura	Centralizada	Fracamente Distribuída	Distribuída
Protocolo	SNMP	HTTP	SOAP
Transporte	UDP (tipicamente)	HTTP	HTTP
Modelo de informações	SMI	XML Schema	XML Schema
Codificação de dados	ASN.1	XML	XML
Endereçamento	OIDs	Xpath	Xpath
Segurança	Somente na versão 3	Suporta	Em desenvolvimento
Padronização	Estável	Estável	Em desenvolvimento

Figura 2-2: Comparação de alguns conceitos básicos do *SNMP* [25].

Esse protocolo quando carregado nos computadores que tem a funcionalidade de enviar informações para o gerenciamento, é chamado aplicação de gerenciamento “*cliente*” ou “*agente*”. O *gerente* é responsável por todo o gerenciamento e aplicações centrais que envia dados ao *servidor*, os chamados “*agente*” [10]. O *gerente* tem a necessidade de controlar e examinar roteadores ou quais quer outros dispositivos conectados à rede [6]. A Figura 1-1 podemos analisar e imaginarmos como isso funciona de uma forma visual.

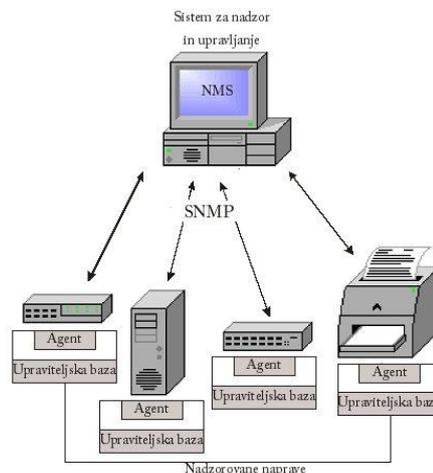


Figura 2-3: Funcionamento básico do *SNMP* [24].

Operando na camada sessão, apresentação e aplicação. Fornecem interações e troca de dados entre aplicações. Alguns dos protocolos mais conhecidos são: *Advanced Program-to-Program communication – APPC*; *File Transfer Protocol – FTP* e o protocolo trabalho nesse artigo, o *Simple Network Management Protocol – SNMP* [11].

Já sabemos que o gerenciamento é uma ferramenta de bastante importante para o diagnóstico de um problema, já dito no início do funcionamento. Cada *switch* possui uma *Management Information Base – MIB*, basicamente dados compostos de informações, como status das portas, taxas de colisão e de utilização, quantidade de pacotes dropados, temperatura dos equipamentos que é bastante importante. As informações são coletadas através da utilização do protocolo *SNMP* para uma estação de gerência do *switch*. Essas informações são catalogadas permitindo a verificação de alarmes e dependendo do *software* usado pelo administrador, ele mostrará essas informações graficamente [11]. A Figura 2-4 mostra a *interface do software The Dude*, esse programa trabalha com o protocolo *SNMP*. *The Dude* varre uma faixa de endereços *IP* para averiguar os computadores que se encontram conectados, montando assim, um mapa através de gráficos mostrando quais *PCs* estão conectados, exibindo também o endereço *MAC* e muito mais. Esse *software* pode ser executado em sistemas operacionais *Windows, Linux e MacOS*, caso tenha

interesse em baixar o programa entre no link que se encontra na referência de número [17], você será direcionado para o site [14] [15] [16].

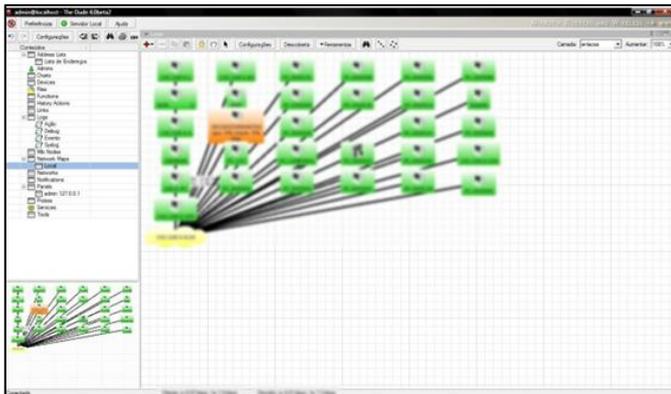


Figura 2-4: Interface do software The Dude [16].

Atualmente existe diversos padrões para *MIBs*, os principais são o *MIB-I* e o *MIB-II* e a versão de banco de dados da *MIB*, o *Remote Monitoring – RMON*. Vale citar também os tipos de *MIBs* de padrões especiais de determinados dispositivos (por exemplo, *MIB* para concentradores e *MIB* para modems). A funcionalidade da *MIB-I*, definia apenas variáveis de leitura dos valores dos objetos. A especialização dos operadores como estabelecimento ou alteração dos valores de objetos, já fazem parte do *MIB-II*. A *MIB-I (RFC 1156)* define 114 objetos divididos em oito grupos: Com essa lista, fica evidente que a padronização do *MIB-I* foi estritamente orientada para roteadores que suportam protocolos da pilha *TCP/IP* [12].

- *Internet Protocol* – Dados relacionados ao *TCP*;
- *ICMP* – Dados relacionados ao *ICMP*;
- *TCP* – Dados relacionados ao *TCP*;
- *UDP* – Dados relacionados ao *UDP*;
- *EGP* – Dados relacionados à operação *EGP* na internet.
- *Tabela de Tradução de Endereço* – IP da rede para o IP físicos;
- *System* – Informações gerais sobre um determinado dispositivo;
- *Interface* – Parâmetros das interfaces de rede dos dispositivos.

Na próxima versão *MIB-II (RFC 1213)*, adotada em 1992, em comparação a primeira versão, as medidas tomadas foram suportes consideravelmente aumentados, nas visões técnicas, a ampliação foi: 185 objetos padrões, e o número de grupos foi aumentado de oito para dez [12].

Os softwares de gerenciamento de rede variam amplamente em capacidade e preço. A estrutura básica que já permite um determinado gerenciamento inclui um software denominado *gerente*, no qual coleta todas as informações e trabalha com os dados. Os outros são os *agentes*, componentes que rodam em diferentes dispositivos dentro da rede, enviando dados e informações para o *gerente*. Como o protocolo *SNMP* trabalha diretamente na camada *User Datagram Protocol - UDP*, ele mesmo especifica a sintaxe, o formato exato das

informações que são passadas entre o *gerente* e o *agente*. Todas as trocas de mensagens entre eles são solicitadas as respostas possíveis, o próprio *SNMP*, que especifica o significado dessas mensagens. Essas mesmas informações trocadas pelo *gerente* e o *agente* são codificadas com o padrão da *Abstract Syntax Notation – ASN.1*. Os comandos definidos pelo *SNMP* para as interações entre o *gerente* e o *agente* não são muito extensos, logo abaixo mostraremos a tabela com os tipos de mensagens *SNMP*: [13].

Mensagens SNMP	Descrição
<i>get-request</i>	Usada para solicitar o valor de uma variável ou variáveis
<i>get-next-request</i>	Usada para solicitar a próxima variável em referência à variável atual
<i>get-bulk-request</i>	Usada para solicitar os conteúdos de uma tabela
<i>set-request</i>	Altera o valor de uma variável, para o valor na mensagem
<i>inform-request</i>	Essa mensagem é usada entre gerente SNMP para descrever a MIB
<i>snmp2-trap</i>	Essa mensagem é usada do agente para o gerente quando ocorrido uma armadilha

As mensagens funcionam de forma que, os operadores de *fetch-store*, na qual as duas operações básicas: *fetch* (buscar), utilizado para obter um valor a partir de um dispositivo, e *store* (armazenar), utilizado para configurar um valor no dispositivo [18]. Em que *store* para a passagem de informações, como valores para um dispositivo, e se utiliza *fetch* para recuperar informações ou determinados valores. É importante exaltar que para a coleta de informações dos dispositivos é apropriado que o objeto tenha um nome único, que aponte para a informação correta, ou seja, para se buscar uma informação em específico é importante que essa informação esteja em uma máquina, por exemplo, com um único nome. Além disso, o *gerente* e o *agente* devem estar configurados e de acordo para serem acessados pelo *SNMP* através da *MIB*. O Protocolo Simples de Gerenciamento de Rede não define o *MIB*, mas, ao invés disso, ele pode especificar o formato das mensagens e a maneira como são codificadas no *MIB*. O padrão *ANS.1*, associa cada objeto com um longo prefixo, para garantir e certificar de que os nomes sejam únicos dentro de um ambiente *SNMP*. Pelo seu longo tempo na rede mundial de computadores, na época que foi criado, o *SNMP* carrega sua simplicidade desde muito tempo, quero dizer que, as suas variáveis que acabam representando os objetos, podem ser criadas e usadas quando forem necessárias no *MIB*, isso permite que a todo momento novos itens sejam adicionados, tanto de *hardware* ou *software*, que não existiam quando o *SNMP* foi projetado na sua primeira versão. Muito curioso, com o passar dos tempos, muitas variáveis *MIB* criadas, hoje correspondem a protocolos do conjunto *IP*. Segue alguns dos tipos comuns de variáveis *MIB* [11] [13]:

- TCP;
- UDP;
- IP;
- ARP;
- ICMP;
- EGP;
- Hardware de Ethernet;
- Hardware de Token Ring;
- Hardware de FDDI;
- Roteadores;
- Comutadores;
- Pontes;
- Impressoras.

As variáveis de teores *MIB* podem assumir valores que são únicos, ou até uma matriz de vetores. Como, por exemplo, a tabela de roteamento mantida por um comutador é essencialmente uma matriz, podendo assim ser associada a uma matriz com uma variável *MIB*, caso seja uma tabela do comutador.

IV. SIMULAÇÃO

Na simulação veremos na prática o protocolo *SNMP* trabalhando. Agora que já sabemos o básico através do método teórico como ele funciona, veremos agora como podemos gerenciar uma rede. Para que possamos fazer isso usaremos o programa de monitoramento, *Nagios*. Sob licença *General Public License – GPL* [20] *Nagios* é um programa de monitoramento de uma popular aplicação na rede de código aberto [21]. Ele pode monitorar tanto *hosts* quanto serviços, alertando quando ocorrerem problemas e também quando os problemas são resolvidos [19]. Para isso mostraremos a forma mais fácil de você instalar o *Nagios* [23]:

a) Instalação das dependências:

```
sudo apt-get install wget build-essential apache2 php-gd libgdchart-gd2-xpm libgd2-xpm-dev libapache2-mod-php
```

Figura 3 – 1: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

b) *Baixando Nagios*: Baixaremos a última versão dos pacotes *Nagios Core* e *Nagios Core Plugins* pelo site [23]:

c) *Extraindo Pacotes*:

```
1 tar -xzvf nagios-4.2.4.tar.gz
2 tar -xzvf nagios-plugins-2.1.4.tar.gz
```

Figura 3 – 2: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

d) *Adicionar usuário Nagios*:

```
1 useradd nagios
2 groupadd nagios
3 usermod -a -G nagios nagios
4 usermod -a -G nagios www-data
```

Figura 3 – 3: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

e) *Instalação - Compilando Nagios*:

```
1 cd nagios-4.2.4
2 ./configure --with-command-group=nagios
3
4 make all
5 make install
6 make install-init
7 make install-config
8 make install-commandmode
9 make install-webconf
```

Figura 3 – 4: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

- reiniciando o apache.

```
1 service apache2 restart
```

Figura 3 – 5: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

f) *Criando usuário e senha do Nagios*:

```
1 htpasswd -c /usr/local/nagios/etc/htpasswd.users nagiosadmin
```

Figura 3 – 6: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

g) *Compilando os plug-ins*:

```
1 cd ..
2 cd nagios-plugins-2.1.4
3 ./configure --with-nagios-user=nagios --with-nagios-group=nagios
4 make
5 make install
```

Figura 3 – 7: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

- *compilando os plug-ins*.

```
1 cd ..
2 cd nagios-plugins-2.1.4
3 ./configure --with-nagios-user=nagios --with-nagios-group=nagios
4 make
5 make install
```

Figura 3 – 8: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

- *habilitar CGI no apache*:

```
1 cp /etc/apache2/mods-available/cgi.load /etc/apache2/mods-enabled/
2 service apache2 reload
```

Figura 3 – 9: Instalação do *Nagios*, passo a passo [22].

- *antes de fazer qualquer alteração nas configurações, teste se está tudo ok*:

```
1 /usr/local/nagios/bin/nagios -v /usr/local/nagios/etc/nagios.cfg
```

```

Checked 3 hosts.
Checked 1 host groups.
Checked 0 service groups.
Checked 1 contacts.
Checked 1 contact groups.
Checked 30 commands.
Checked 5 time periods.
Checked 0 host escalations.
Checked 0 service escalations.
Checking for circular paths...
Checked 3 hosts.
Checked 0 service dependencies.
Checked 0 host dependencies.
Checked 5 timeperiods.
Checking global event handlers...
Checking obsessive compulsive processor commands...
Checking misc settings...

Total Warnings: 0
Total Errors: 0

Things look okay - No serious problems were detected during the pre-flight check

```

0 erros encontrados

Figura 3 – 10: Instalação do Nagios, passa a passo [22].

- *Caso não ocorra nenhum erro, podemos iniciar o serviço:*

```
1 /usr/local/nagios/bin/nagios -d /usr/local/nagios/etc/nagios.cfg
```

Figura 3 – 11: Instalação do Nagios, passa a passo [22].

“Basta acessar pelo endereço IP/nagios (IP da máquina na qual foi instalado ou localhost se for local), com usuário nagiosadmin e a senha criada anteriormente. Segue um print do meu nagios com alguns hosts sendo monitorados e com uma interface diferente. Falaremos desses detalhes em outros posts [22].”

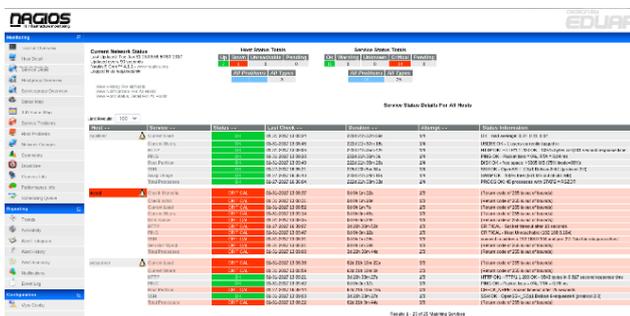


Figura 3 – 12: Instalação do Nagios, passa a passo [22].

V. CONCLUSÃO

Nesse artigo descrevemos pontos necessários para o entendimento do protocolo *SNMP*. Nele foi mencionado sua primeira aparição na urgência de um protocolo que gerenciasse uma rede, essa necessidade surgiu da grande extensão do entrecruzamento da rede mundial de computadores, essa teia conectada foi crescendo de modo que não houve forma de controlar seu prolongamento. No funcionamento mostramos as características principais e essências do *SNMP* no sentido de elucidar como o protocolo opera na prática. Na simulação apresentamos um tutorial passo a passo de como instalar o *software Nagios* que utiliza o protocolo de *SNMP* de forma nativa, para o seu funcionamento. Esperamos que esse artigo seja uma forma de referência no sentido de compressão global do *SNMP* para os usuários do mesmo.

Na visão do pesquisador, o protocolo Simples de Gerenciamento de Rede é um estudo que demanda bastante tempo para entender seus aspectos funcionais, razões na qual se justifica na história comprovado no funcionamento. Sabemos

que para administrar uma rede não é fácil, ainda mais quando ela é de meio global. O *SNMP* sem dúvida nenhuma terá atualizações muito relevantes no futuro, um olhar logicamente pensado no aceleramento da ampliação da rede nos tempos contemporâneos.

VI. REFERÊNCIAS

O artigo “*SNMP – Simple Network Management Protocol - Gerenciador de rede para sistemas*” visto nesse documento consiste no estudo aprofundado do funcionamento e tarefas aplicados no protocolo *SNMP*. Para ajudar o leitor a interpretar as referências, de forma que fique mais claro. As referências respectivamente são organizadas por: [N] Nome do autor “*Título do artigo ou site*” Nome da editora do livro/site, Ano, Páginas Y-X, (opcional: do seguinte link: <https://www.exemplo.com.br/>):

- [1] Marcos” Seção: Tutoriais Banda Larga – O que é SNMP?” Teleco, 2017, páginas 1-7, do seguinte link: teleco.com.br/tutoriais/tutoriaisnmp/pagina_1.asp
- [2] Andreu Tanenbaum “SNMP”, UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996, páginas 1-6, do seguinte link: gt.a.ufrj.br/grad/00_1/joao/snmp.htm
- [3] Alexandre Seixas Soares, Gustavo Marques Mattos, Ingrid Silva Antunes, Raphael Enes Cota “UFRJ - Redes de Computadores I”, UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010, páginas 1-8, do seguinte link: https://www.gt.a.ufrj.br/grad/10_1/snmp/index.htm
- [4] Anderson Weige “Diferenças entre as versões SNMP”, Ponto de Redes, 2010, página 1, do seguinte link: pontoderedes.blogspot.com.br/2010/04/diferencas-entre-as-versoes-snm.html
- [5] “RFC 1052”, IETF, 1988, pp 1, do seguinte link: tools.ietf.org/rfc/rfc1052.txt
- [6] Douglas E. “Interligação de redes com TCP/IP: volume 1”, Elsevier, 2005, páginas 344-413.
- [7] James F. Kurose, Keith W. Ross “Rede de computadores e a Internet 3º Edição”, Empresa Cidadã, 2009, páginas 577-589.
- [8] “Simple Network Management Protocol”, Wikipédia, a enciclopédia livre, 2017, do seguinte link: https://pt.wikipedia.org/wiki/Simple_Network_Management_Protocol
- [9] Gabriel Torres “Redes de Computadores”, Nova Terra, 2010, página 199.
- [10] Lindeberg Barros de Souza, “TCP/IP Básico & Conectividades em Redes”, Editora Érica, 2013, página 29.
- [11] Alexandre Fernandes de Moraes “Rede de Computadores: Fundamentos” Editora Érica, 2012, páginas 113-125-131-77-112.
- [12] Natalia Olifer & Victor Olifer “Rede de Computadores: princípios, tecnologia e protocolos para o projeto de redes”, Editora LTC, 2008, páginas 82, 478, 500, 514.
- [13] Walter da Cunha Borelli “Teoria e Problemas de Rede de Computadores” Editora rcmv, 2003, páginas 116-117- 196-198-225-226.
- [14] “SNMP – Gerenciamento de Rede The Dude”, Mikrotik, 2012, pp 1, do seguinte link: <http://dicanetwork.blogspot.com.br/2012/02/snmp-gerenciamento-de-rede-dude.html>
- [15] “Manual: The Dude/First use”, Mikrotik, 2010, página-1, do seguinte link: https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:The_Dude/First_use
- [16] “Manual: The Dude/Interface”, Mikrotik, 2010, pp-1, do seguinte link: https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:The_Dude/Interface
- [17] Download The Dude, “Software The Dude”, 2017, página-1, do seguinte link: <https://mikrotik.com/thedude>
- [18] Douglas E. Comer, “Rede de computadores e Internet 6º Edição”, editora bookman, 2016, página 417.

- [19] “Nagios”, Wikipédia, a enciclopédia livre, 2017, do seguinte link: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Nagios>
- [20] “GNU General Public License”, Wikipédia, a enciclopédia livre, 2017, do seguinte link: https://pt.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License
- [21] “Código aberto”, Wikipédia, a enciclopédia livre, 2018, do seguinte link: https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_aberto
- [22] Sidney, “Instalando Nagios – Instalação básica (tutorial completo, imagens tiradas do mesmo site Figura 3 -1 até 3-12): 2017 do seguinte link: <http://sidneiweber.com.br/2017/01/31/instalando-nagios-instalacao-basica/>
- [23] “Download Nagios” <https://www.nagios.org/downloads/>
- [24] “Figura 2-3: Funcionamento básico do *SNMP*” Imagem tirada do seguinte link: <http://matrix.uni-mb.si/en/projects/article/vsebina/149/>
- [25] “Figura 2-2: Comparação de alguns conceitos básicos do *SNMP*” Imagem retirada do site: <http://slideplayer.com.br/slide/8398828/25/images/96/Tecnologias+de+Ger%C3%A2ncia+de+Redes+Avan%C3%A7adas+Compara%C3%A7%C3%A3o+de+alguns+aspectos+b%C3%A1sicos.jpg>
- [26] “Figura 2-1: Arquitetura do *SNMP*” Imagem retirada do site: <http://slideplayer.com.br/slide/40982/1/images/23/Arquitetura+do+SNMP.jpg>
- [27] “Figura 1-1: Linha do tempo do protocolo *SNMP*”, imagem tirada do seguinte link: https://www.researchgate.net/profile/J_Cruz5/publication/276207073/figure/fig1/AS:391775886823429@1470418058595/Figura-2-Primera-parte-de-la-historia-de-SNMP.png