

Comparação entre Ferramentas de Emulação

Gerson Porciúncula Siqueira¹, Eduardo Maroñas Monks²

¹Faculdade de Tecnologia Senac Pelotas (FATEC)
Caixa Postal 96015560 – Pelotas – RS – Brazil

{gersonporciuncula,emmonks}@gmail.com

Resumo. *Este artigo tem como objetivo analisar as ferramentas de emulação de redes, comparando as suas funcionalidades e medindo seu desempenho, quanto ao consumo de recursos da máquina hospedeira.*

Abstract. *This article is objetivo analyse the tools of networks emulation comparing their features and measuring its performance, as the consumption of resources on the host machine.*

1. Introdução

Atualmente as redes de computadores estão em todos os lugares, por esse motivo a área está em total evidência, cada vez mais fica-se dependente da Internet. Com o advento da Computação Móvel[UFOP 2014], faz pensar que a computação deve estar em todo lugar, para fazer com que essas informações sejam trocadas de uma maneira rápida e confiável o uso de redes de computadores se torna imprescindível.

Desta forma, novas tecnologias, dependendo da Internet, passa-se a ter redes cada vez mais complexas, como essa tendência maior ao passar dos anos e ainda a migração do endereçamento das redes atuais para o IPv6 [NICBR 2014], protocolo que existe a um certo tempo, mas poucos detêm conhecimento, há uma demanda enorme sobre profissionais da área, estes profissionais devem estar preparados para que sejam capazes de entender, planejar e administrar a complexidade destas novas tecnologias, tirando a máxima performance destes novos meios. Estes além de todo o conhecimento que já devam possuir, ainda necessitam estar sempre se atualizando, como cursos voltados para a área são raros e geralmente não se adequam ao horário, uma solução é o uso de laboratórios virtuais. Estes laboratórios são um meio de simular redes de pequeno a médio porte, através destas simulações, consegue-se fazer um estudo mais direcionado, focando mais no assunto desejado.

Utilizando-se de ferramentas de emulação de redes obtém-se algumas vantagens sobre a utilização de dispositivos reais, tais como a praticidade e o custo baixo para montar cenários complexos. Desta forma fez-se um estudo sobre quais simuladores de rede se adaptam melhor as necessidades dos profissionais e alunos. Sendo a proposta inicial, chegar a qual simulador existente atualmente no mercado atenda de uma forma eficaz, abrangendo as tecnologias existentes e com uma precisão mais próxima dos dispositivos físicos.

2. Ferramentas

O uso de simuladores e emuladores, tornou-se algo necessário, principalmente por existir uma dificuldade em poder trabalhar com dispositivos reais. Utilizando-se ambientes de

Tabela 1. Requisitos Packet Tracer.

Processador	Pentium Intel 300 Mhz
Memória RAM	100 MB
Disco Rígido	250 MB de espaço livre
Resolução de Video	800 X 600 mínimo

simulação, pode-se ter o estudo e a avaliação mais profunda do equipamento. Por exemplo, pode-se simular como um protocolo vai se comportar em redes distintas, sem ter que fazer a implantação deste em um ambiente de produção, algo impraticável por custo, tempo ou ainda fora das normas da empresa. Como o uso de simuladores é um ambiente controlado pode-se fazer inúmeros testes em que nada afetam o andamento do ambiente real. Entretanto há alguns problemas relacionados ao uso de simuladores, no ambiente simulado não a incidência de interferências externas, problemas com quedas de energia e usuários não ocorrem. Por vezes, acontece de que o que foi criado no ambiente simulado, não funcione com o mesmo desempenho no ambiente real.

No mercado de Redes de Computadores, destacam-se os simuladores GNS3 (*Graphical Network Simulator*) Cisco Packet Tracer, CORE (*Common Open Research Emulator*), eNSP (*Enterprise Network Simulation Platform*). Cada um com alguma suas características, mas de um modo geral todos atendem o que se comprometem, que é a simulação de redes.

2.1. Cisco Packet Tracer

Com o foco de auxiliar o estudante a compreender estas tecnologias de redes, especialmente tecnologias que envolvem equipamentos da *Cisco System*, empresa a qual domina boa parte do segmento de redes [Electrodata 2014], observou-se que necessitava-se de um modo de qualificar os profissionais para trabalharem com seus equipamentos. Desta forma surgiu a Cisco Networking Academy, com o principal propósito, de acompanhar o ritmo de evolução dos sistemas de rede, fornecendo currículos e ferramentas educacionais que ajudem o aluno a compreender a complexidade das tecnologias de informação e comunicação.

A partir disso, surgiu o Cisco Packet Tracer que é conhecido mais como um programa educacional ou aprendizagem (*e-learning*) do que propriamente um simulador. Serve como um complemento para os equipamentos físicos, permitindo criar redes com um número quase ilimitado de dispositivos, incentivando a livre prática, descoberta e resolução de problemas [Netacad 2014]. Apesar de ser considerado um programa gratuito, apenas usuários cadastrados em uma instituição de ensino, que esteja associada a Cisco poderá fazer *download* do *software*, que atualmente está na versão 6.0.1.0011. A instalação é simples, pode ser instalado no Microsoft Windows, Ubuntu e Fedora. Os requisitos mínimos estão listados na Tabela 1.

O Packet Tracer possui uma GUI (*Graphical User Interface*) utilizando o recurso de arrastar e soltar(*drag-and-drop*) como mostra a Figura 1, com suporte a conteúdos multimídia. Como faz o uso de vários protocolos, pode-se construir simulações complexas, consegue-se configurar cenários com uma grande diversidade. Na Tabela 2 são listados os protocolos que são suportados pelo Packet Tracer.

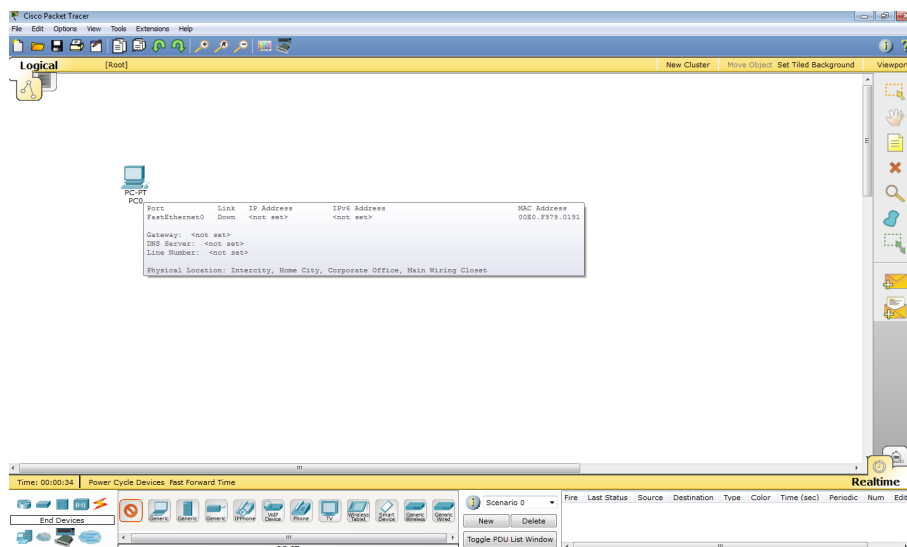


Figura 1. A interface *drag-and-drop*.

Tabela 2. Protocolos Packet Tracer.

802.11, 802.1q, Ethernet, VLAN VTP, DTP, STP, RSTP
HTTP, DHCP, Telnet, SSH, TFTP, DNS, TCP, UDP
IPv4, IPv6, ICMP, ICMPv6, ARP
HDLC, PPP, Frame Relay, CDP, NAT, ACL

Com o Packet Tracer pode ser demonstrado conceitos técnicos complexos e projetos de sistemas de redes, estes sistemas podem simular uma LAN e WAN [Andrew S. Tanenbaum 2011] facilmente, utilizando os roteadores disponíveis e os protocolos listados na Tabela 3 pode-se conectar várias LANs, montando um ambiente bem próximo de empresas e instituições de ensino.

As atividades podem ser desenvolvidas individualmente ou em grupos, o enfoque do programa é que os usuários pratiquem seu uso por linha de comando, para configurar os dispositivos. Ele torna-se uma importante ferramenta para os instrutores, pois permite a criação de tarefas personalizadas e orientadas, que apresenta um retorno quase que instantâneo aos usuários por meio do *Activity Wizard* (Figura 2).

O Packet Tracer trabalha com dois modos de operação para visualizar o comportamento de uma rede, o modo de **tempo real** e o **modo de simulação**. No de tempo real, a rede se comporta como fosse formada por dispositivos reais, com respostas imediatas em tempo real a todas as atividades da rede. O modo de tempo real fornece aos alunos uma alternativa viável para equipamentos reais, permitindo que eles ganhem experiência em configuração antes de trabalharem com equipamentos reais. No modo de

Tabela 3. Protocolos de Roteamento Packet Tracer.

RIPv1, RIPv2
EIGRP
OSPF

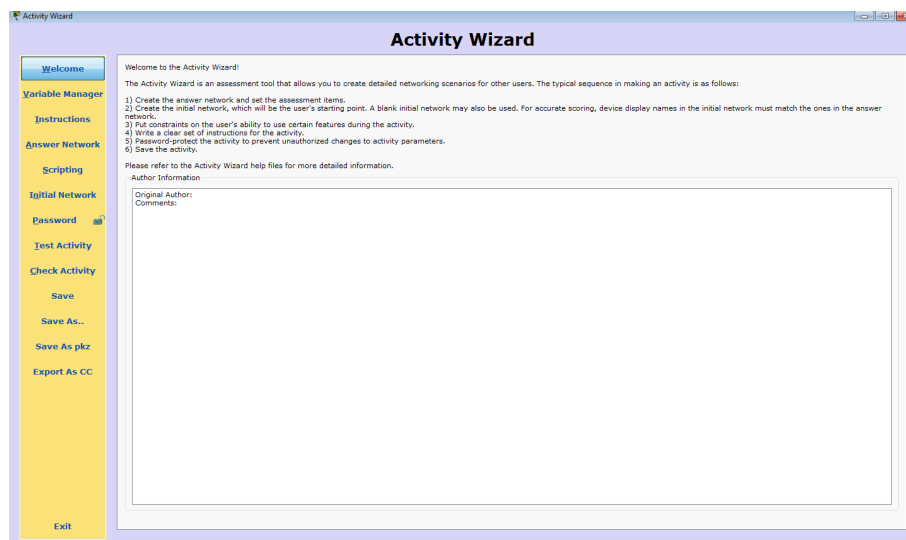


Figura 2. O Activity Wizard permite a criação de atividades de aprendizagem customizadas.

simulação, o usuário pode ver e controlar os intervalos de tempo, o funcionamento interno da transferência de dados e a propagação de dados em uma rede. Isso ajuda os usuários a compreender os conceitos fundamentais por trás das operações de rede.

2.2. CORE

O CORE é um emulador de redes, que serve principalmente para a construção de redes virtuais. Foi inicialmente desenvolvido pela Boeing, com o nome inicial de Emunes, em seguida o nome do projeto foi alterado para CORE. Como a empresa não tinha mais como dar continuidade as pesquisas sobre a ferramenta, passou os estudos para a Marinha Americana. Além do CORE a Marinha possui outras ferramentas de simulação e emulação, sendo que algumas podem ser adicionadas, para trabalhar em conjunto com o CORE. A instalação pode ser feita via repositório ou através da compilação dos códigos do *software*, na Tabela 4 consta os requisitos de *hardware* para a instalação.

O Core pode ser conectado a dispositivos físicos, ele fornece um GUI de fácil uso como na Figura 3 e pode ser instalado nos sistemas operacionais Linux e FreeBSD. Separa as processos das máquinas, faz uso de paravirtualização [UFRJ 2014]. Como ele faz uso de sistemas operacionais para simular seus *hosts*, pode ser instalado aplicações como Apache [Apache 2014], MySQL [MySQL 2014], PHP [PHP 2014].

Trabalha a partir da camada três do modelo OSI [Buis 2014], simulando as camadas física e de enlace, essas camadas podem ser emuladas utilizando o *software* Emunes que também é desenvolvido pela Marinha Americana. O CORE é um *software Open Source* [OpenSource 2014], desenvolvido em Python e reutiliza programas como Netgraph [FreeBSD 2014], Netem [Foundation 2014] e Bridging.

Possui como limitação a quantidade de nós, ou *hosts*, essa limitação se dá pela capacidade da máquina hospedeira, caso a máquina que esteja a rodar o *software* não suporte mais o número de nós pode se usar uma aplicação do mesmo, que habilita a continuação da rede em outras máquinas, simulando a rede em diferentes computadores, foi desenvolvido para rodar em computadores simples, por isso grande parte das simulações podem

Tabela 4. Requisitos CORE.

Processador	Dual Core 2Ghz
Memória RAM	2 GB
Disco Rígido	3 MB de espaço livre
GUI	X11

ser executadas em máquinas de baixo porte.

A instalação pode ser feita através de pacotes “.deb”ou “.rpm”[Ferreira 2008] , baixando o código fonte ou ainda no *site* do desenvolvedor há um máquina virtual que pode ser baixada e executada no VMWare ou Virtual Box.

O CORE não usa um *hardware* específico, usa *switchs* e roteadores genéricos, utiliza o Quagga para fazer a função dos roteadores. O Quagga é um conjunto de software de roteamento, fornece a implementação de alguns protocolos de roteamento para a plataforma Unix [Quagga 2014].

Como o simulador utiliza o Quagga, ele aceita os protocolos que estão definidos no *software* para roteamento e os protocolos aceitos no Linux para as máquinas.

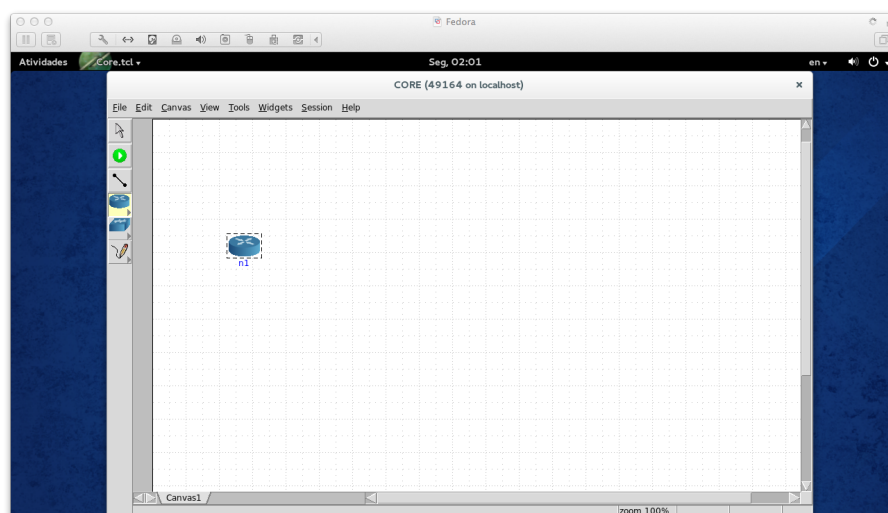


Figura 3. A interface do Core.

2.3. eNSP

A empresa Huawei, de origem chinesa vem crescendo bastante no segmento corporativo [Abril 2014]. Como seus equipamentos estão se espalhando por vários países, a empresa notou que deveria agir da mesma forma que a Cisco fez, ou seja, criar um método para qualificar os profissionais que trabalham com seus dispositivos.

Este método foi desenvolver o eNSP, um simulador livre [Huawei 2014], que pode ser baixado pelo *site* da empresa, o principal função do simulador é auxiliar na obtenção do certificado HCDA (Huawei Certified Datacom Associate), se assemelha ao CCNA (Cisco Certified Network Associate). Atualmente esta na versão 1.2.00.350 , tem uma GUI com o uso bem simples, conforme Figura 4, usando o método de arrastar e soltar para montar os cenários de estudo.

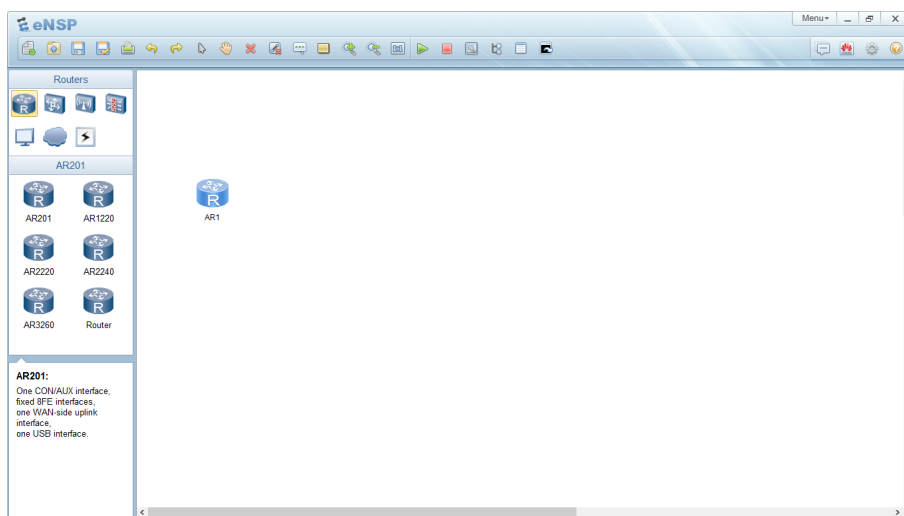


Figura 4. Interface Huawei.

Tabela 5. Requisitos eNSP.

Processador	Dual Core 2Ghz
Memória RAM	2 GB
Disco Rígido	1 GB de espaço livre
Sistema Operacional	Windows XP, Server 2003, Windows 7 e Windows 8

Para fazer a instalação, primeiro deve-se fazer um cadastro no *site* da empresa e efetuar o *download*. A instalação é bem simples, com dois idiomas para instalação, tendo como requisitos de *hardware*, o que está listado na Tabela 5

Faz o uso de vários protocolos Tabela 6, para fazer roteamento usa os protocolos que listados na Tabela 7

2.4. GNS3

O GNS3 é um simulador que suporta dois dos principais fabricantes de dispositivos de rede, Cisco e Juniper. Possui o código-fonte aberto (*open source*), e utiliza a licença GPL [Software Foudation 2014], tendo como finalidade estar mais perto das redes reais.

Utilizando uma GUI intuitiva semelhante a Figura 5, pode ser instalado nos sistemas operacionais Microsoft Windows, MacOS X e na maioria das distribuições Linux. Necessita do *hardware* listado na Tabela 8. A fim de se manter muito próximo, ele usa os emuladores Dynamips, que é um dos mais conhecidos emuladores do Cisco IOS [Cisco 2014], o VirtualBox para fazer a instalação de sistemas operacionais e o Qemu

Tabela 6. Protocolos eNSP.

Ethernet, 802.11, 802.1q, 802.3 VTP, DTP, STP, RSTP
HTTP, DHCP, Telnet, SSH, TFTP, DNS, TCP, UDP
IPv4, IPv6, ICMP, ICMPv6, ARP, VLAN, NTP, ACL
HDLC, PPP, Frame Relay, CDP, NAT, SNMP, GRE VPN
MPLS, MSDP, IGMP, VRRP

Tabela 7. Protocolos de roteamento eNSP.

Rota estática
RIP
OSPF
BGP
IS-IS

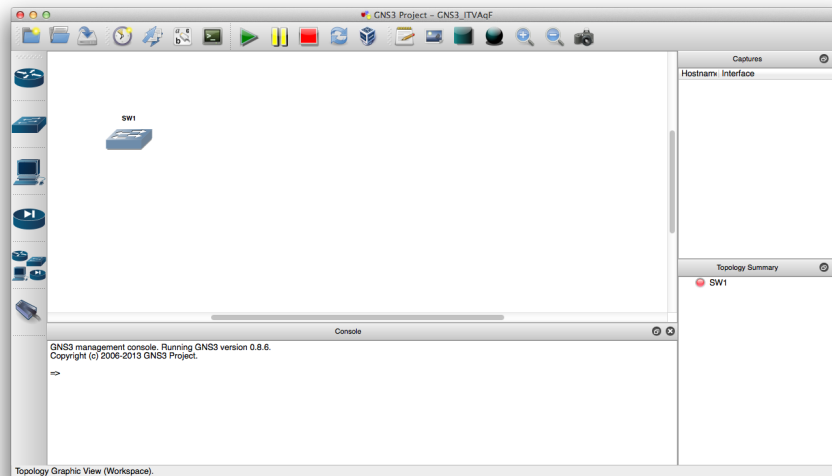


Figura 5. Interface GNS3.

que se trata de um emulador de máquinas *open source* [Quemu 2014]. Ainda pode fazer a emulação do Juniper Junos [Juniper 2014] e Cisco ASA, PIX e IPS. É indicado para profissionais que buscam as certificações Cisco CCNA, CCNP e CCIE, bem como Juniper JNCIA, JNCISE e JNCIE, podendo ainda exercitar através da emulação de máquinas no VirtualBox, quem busca conhecimento e certificações Redhat (RHCE, RHCT) e Microsoft (MSCE, MSCA).

Por sua proximidade com a rede real, ele utiliza imagens dos próprios sistemas operacionais como Cisco IOS, PIX, ASA, IPS ou Juniper Junos.

3. Comparação

Para fazer a comparação entre as ferramentas comentadas anteriormente, foi desenvolvido um cenário de teste, que foi executado em todas as ferramentas estudadas, com a finalidade de obter resultados sobre o desempenho das mesmas. Foi feita a comparação dividindo as ferramentas que possuem versões apenas para o Microsoft Windows e as que

Tabela 8. Requisitos GNS3.

Processador	Dual Core 2Ghz
Memória RAM	3 GB
Disco Rígido	1 GB de espaço livre
Sistema Operacional	Windows XP,7,8, Linux e MacOS X

Tabela 9. Endereçamento da redes.

Rede	Endereçamento
LAN 1	192.168.0.1/24
LAN 2	192.168.0.2/24
LAN 3	192.168.0.3/24
LAN 4	192.168.0.4/24
LAN 5	192.168.0.5/24
LAN 6	192.168.0.6/24
R1 - R2	192.168.10.0/30
R2 - R3	192.168.20.0/30
R2 - R4	192.168.30.0/30
R5 - R8	192.168.40.0/30
R6 - R7	192.168.50.0/30
R6 - R8	192.168.60.0/30
R7 - R8	192.168.70.0/30

possuem somente para sistemas operacionais Linux. Portanto ficando o GNS3 e o eNSP instalados no Windows 7 e o Core e Packet Tracer no Ubuntu 14.4. O *software* Cacti [Cacti 2014] foi utilizado para gerar os gráficos do consumo dos simuladores, comparando o consumo de memória e de processador.

3.1. Cenário

O cenário da Figura 6 foi desenvolvido para que as LAN distintas se comuniquem através do protocolo de roteamento OSPF. Foi implantado em todos os *software* o mesmo endereçamento conforme (Tabela 9).

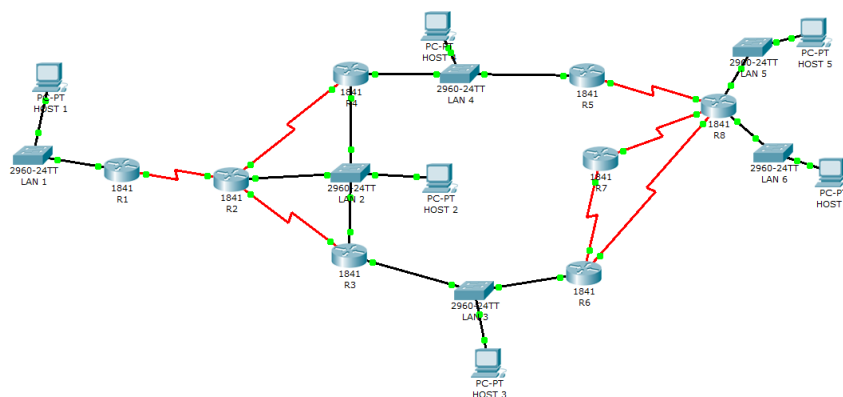


Figura 6. Cenário de teste.

3.2. Microsoft Windows

Para Windows foi utilizado o eNSP e o GNS3, usando como parâmetro de comparação o quanto de recurso da máquina eles consomem. Do lado esquerdo da Figura 8 aparece o consumo de processador e memória do eNSP e do lado direito o consumo do GNS3. O GNS3 usa 100% de processamento em todos os núcleos da máquinas e em torno de 2 GB de memória RAM, quanto está executando a simulação do cenário proposto. Já o eNSP



Figura 7. Comparação CORE e Packet Tracer.

utilizou apenas algo em torno de 13.5 % em cada núcleo do processador mas utilizou o dobro de memória em comparação ao GNS3.

3.3. Linux

O Cisco Packet Tracer e o CORE, foram instalados em uma máquina virtual, sendo o Ubuntu o sistema base. Ao lado esquerdo da Figura 7 o consumo dos recursos do Core é apresentado e ao lado os gráficos de recursos utilizados pelo Packet Tracer, nota-se que o consumo de ambos é bem baixo, usando em torno de 50 MB de memória RAM e uma carga de processador um pouco mais baixa no Packet Tracer.

4. Conclusões

Pode-se concluir que os simuladores que se mostram mais completos são o GNS3 e o eNSP. O GNS3 é um *software* que necessita de um processamento elevado, mas é bem fiel aos dispositivos Cisco e Juniper, já o eNSP torna-se um destaque por ser o único que simula equipamentos da Huawei, mesmo sendo seu consumo de memória mais elevado, não chega a afetar o desenvolvimento de pequenos laboratórios. O Cisco Packet Tracer é indispensável para uso em aulas, por ser leve e de fácil entendimento, mas não aconselhável para quem busca montar cenários para teste de desempenho dos dispositivos e protocolos, pois não é preciso. Já o Core se destaca por consumir poucos recursos, ser mais personalizável e utilizar o Quagga para simular o roteador, mas tem como ponto fraco não ter dispositivos de fabricantes conhecidos.

5. Anexos

Em anexo as configurações de alguns de um roteador em cada *software*.

5.1. Cisco Packet Tracer

A seguir a configuração do roteador R3 do cenário de testes.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R3
R3(config)#interface FastEthernet 0/0
R3(config-if)#ip address 192.168.2.3 255.255.255.0
```

```
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#exit
R3(config)#interface FastEthernet 0/1
R3(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#exit
R3(config)#interface loopback 0
R3(config-if)#ip address 10.0.0.3 255.255.255.255
R3(config-if)#exit
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#network 192.168.20.0 0.0.0.3 area 2
R3(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 4
R3(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 5
R3(config-router)#end
R3#configure terminal
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#router-id 10.0.0.3
R3(config-router)#end
R3#clear ip ospf process
```

Exibição das configurações aplicadas

```
R3#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 866 bytes

version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption

hostname R3

spanning-tree mode pvst

interface Loopback0
 ip address 10.0.0.3 255.255.255.255

interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto

interface FastEthernet0/1
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 duplex auto
```

```
speed auto

interface Serial0/0/0
 ip address 192.168.20.2 255.255.255.252

interface Serial0/0/1
 no ip address

interface Vlan1
 no ip address
 shutdown

router ospf 10
 log-adjacency-changes

router ospf 1
 log-adjacency-changes
 network 192.168.20.0 0.0.0.3 area 3
 network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 5
 network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 4

ip classless

line con 0

line aux 0

line vty 0 4
 login

end
```

Referências

- Abril, E. (2014). Huawei vê crescimento mais forte no segmento corporativo. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/huawei-ve-crescimento-mais-forte-de-vendas-do-segmento-corporativo-2>>. Acesso em: março 2014.
- Andrew S. Tanenbaum, D. J. W. (2011). *Redes de Computadores*. Pearson, 5th edition.
- Apache (2014). Apache software foundation - projects. Disponível em: <<http://projects.apache.org>>. Acesso em: maio 2014.
- Buis, P. (2014). The ISO Layering Model. Disponível em: <<http://www.cs.bsu.edu/homepages/peb/cs637/layering/ISO.htm>>. Acesso em: abril 2014.
- Cacti (2014). Cacti - the complete rrdtool-based graphing solution. Disponível em: <<http://www.cacti.net/>>. Acesso em: junho 2014.

- Cisco (2014). Cisco ios technologies. Disponível em: <<http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/ios-technologies/index.html>>. Acesso em: abril 2014.
- Electrodata (2014). Produtos cisco. Disponível em: <<http://www.electrodata.com.br/producto-cisco.htm>>. Acesso em: junho 2014.
- Ferreira, R. E. (2008). *Linux - Guia do Administrador do Sistema*. Novatec, 2th edition.
- Foundation, L. (2014). Netem. Disponível em: <<http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/networking/netem>>. Acesso em: julho 2014.
- FreeBSD (2014). Freebsd Man Pages. Disponível em: <<http://www.freebsd.org/cgi/man.cgi?netgraph%284%29>>. Acesso em: julho 2014.
- Huawei (2014). Huawei Enterprise Support Community. Disponível em: <<http://support.huawei.com/ecomunity/bbs/10185315.html?p=1#p10321917>>. Acesso em: março 2014.
- Juniper (2014). Juniper networks. Disponível em: <<http://www.juniper.net/br/pt/products-services/nos/junos/>>. Acesso em: junho 2014.
- MySQL (2014). Mysql - the world's most popular open source database. Disponível em: <<http://www.mysql.com>>. Acesso em: maio 2014.
- Netacad (2014). Cisco Network Academy. Disponível em: <<http://www.netacadbrasil.com.br/index.php/ferramentas/7-packet-tracer>>. Acesso em: maio 2014.
- NICBR (2014). O que é o ipv6, em português claro. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=_JbLr_C-HLk&list=PLQq8-9yVHyOZaK8rXJ0S-dui4r_YiXu9s%3Frel%3D0>. Acesso em: março 2014.
- OpenSource (2014). Comunidade Open Source. Disponível em: <<http://softwarelivre.org/open-source-codigo-aberto>>. Acesso em: maio 2014.
- PHP (2014). Php - hypertext preprocessor. Disponível em: <<http://www.php.net>>. Acesso em: maio 2014.
- Quagga (2014). Quagga routing software suite. Disponível em: <<http://www.nongnu.org/quagga/>>. Acesso em: maio 2014.
- Qemu (2014). Qemu Open Source Processor Emulator. Disponível em: <http://wiki.qemu.org/Main_Page>. Acesso em: abril 2014.
- Software Foudation, F. (2014). Gnu general public license. Disponível em: <<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>>. Acesso em: abril 2014.
- UFOP (2014). Computação móvel introdução. Disponível em: <http://www.decom.ufop.br/vicente/disciplinas/2013_2/comp_movel/material/introducao.pdf>. Acesso em: abril 2014.

UFRJ (2014). Paravirtualizacao. Disponível em:
<http://www.gta.ufrj.br/grad/08_1/virtual/Virtualizaototalepara-virtualizao.html>.
Acesso em: marco 2014.

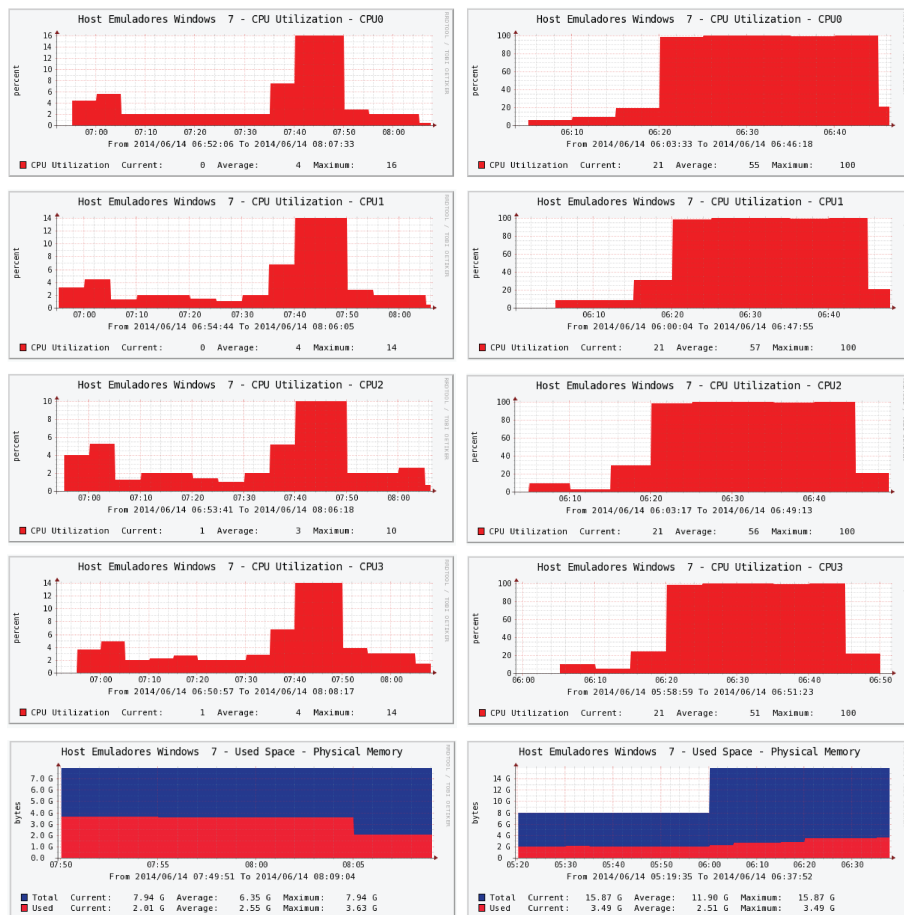


Figura 8. Comparação GNS3 e eNSP.