

NS3-EXE, UM AMBIENTE VIRTUAL PARA A INSTALAÇÃO FÁCIL DO SIMULADOR NS3

Francildo Felix (IC) Antônio Egilson (IC), Pedro Klecius (IC) e Mauro Oliveira (PC)

¹Mestrado Profissional em Computação Aplicada, Universidade Estadual do Ceará (UECE) / Instituto Federal do Ceará (IFCE) Fortaleza – CE – Brasil.

E-mail: (francildofelix@gmail.com, antonioegilson@gmail.com, pedrokleciusfcf@gmail.com, mauro.oliveira@fortalnet.com.br)

RESUMO

O uso de simuladores é uma prática cada vez mais recomendável no ensino de redes de computadores. O Network Simulator 3 (NS3) vem substituindo a ferramenta NS2 em cursos tanto de graduação quanto de pós-graduação, devido a uma série de vantagens. No entanto sua instalação tem sido um grande dificultador, em especial para os iniciantes na área que ainda não tem familiaridade com sistemas e ferramentas de programação. Isto tem desmotivado vários estudantes de redes de computadores. Este trabalho disponibiliza o NS3-EXE, um novo ambiente de utilização do simulador NS3. Trata-se de um sistema de simples instalação que

faz uso de uma máquina virtual em ambiente Linux-like e um conjunto de ferramentas associadas. A expectativa é de que o ambiente virtual NS3-EXE ajude a proliferação deste importante recurso didático no ensino de redes de computadores, facilitando a associação de conceitos teóricos à prática, via simulação.

PALAVRAS-CHAVE: Network Simulator, NS3, Simulador, Redes de computadores

NS3-EXE, A VIRTUAL ENVIRONMENT FOR THE EASY INSTALL OF THE NS3 SIMULATOR

ABSTRACT

Using simulators is becoming best practice in teaching computer networks. The Network Simulator 3 (NS3) is replacing the NS2 tool courses in both undergraduate when the graduate, due to its number of advantages. However its installation has been a major impediment to, especially for beginners in the area that does not have familiarity with simulation systems and programming tools. This has discouraged many students

of computer networks. This work provides a new environment of the NS3. It's a simple installation system that makes use of a virtual machine in Linux-like environment and a set of associated tools. The expectation is that the NS3-EXE help to spread this important resource in teaching computer networking, linking theoretical concepts to practice.

KEY-WORDS: Network Simulator, NS3, Simulator, Computer Network

NS3-EXE, UM AMBIENTE VIRTUAL PARA A INSTALAÇÃO FÁCIL DO SIMULADOR NS3

INTRODUÇÃO

Atualmente, existe uma grande necessidade por ferramentas que possibilitem a simulação de cenários diversos, principalmente na área de redes de computadores. Há uma grande necessidade de execução de testes em redes tanto em ambiente corporativo como no ambiente acadêmico que nem sempre tem recursos financeiros para criação de laboratórios com equipamentos de vanguarda. Mesmo as empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) possuem os recursos necessários, por vezes não podem se dar ao luxo de investir em laboratório de redes especializados. Alguns fatores que, em geral, colaboram para essa condição: relação custo benefício, investimento em ativos, complexidade de gerenciamento e tempo necessário para implementação desses recursos. Por essa razão, a análise de problemas diversos em diferentes cenários, possibilitando a execução de vários experimentos vem fortalecer, cada vez mais a necessidade da utilização de ferramentas de simulação no contexto atual das redes de computadores.

Neste contexto, existe o simulador Network Simulator (ns-3) [1]. Seu grande sucesso deve-se à capacidade de avaliação do funcionamento de modelos de rede em

termos de tráfego e desempenho. O ns-3 possui várias ferramentas (GNU Toolchain¹, Mercurial², editor para programação, etc.) que lhe dão robustez, permitindo que o mesmo seja difundido tanto no meio acadêmico quanto em empresas do ramo.

No entanto a instalação do ns-3 tem sido um grande dificultador, em especial para os iniciantes na área que ainda não tem familiaridade com sistemas e ferramentas de programação. Isto tem desmotivado vários estudantes de redes de computadores.

Este trabalho descreve o ambiente virtual NS3-EXE, um novo ambiente simples de instalação do ns-3 que faz uso de uma máquina virtual em ambiente Linux-like e um conjunto de ferramentas associadas.

O artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 é apresentada uma visão geral do ns-3; na seção 3 é descrito o ambiente virtual NS3-EXE, proposto neste trabalho; a seção 4, a principal do artigo, disponibiliza o uso do ns-3, via uma série de procedimentos. Finalmente, as conclusões do artigo são apresentadas na seção 5.

¹http://en.wikipedia.org/wiki/GNU_toolchain

²<http://www.selenic.com/mercurial/>

NETWORK SIMULATOR (NS)

Em sua terceira versão, e espalhado por universidades em todo mundo, o Network Simulator (ns-3) é um software para a simulação de cenários de redes de computadores, em especial a avaliação do funcionamento de modelos de rede em termos de tráfego e desempenho [4].

O ns-3 tem um papel importante na ação de desenvolver, analisar eventos e aprimorar protocolos de comunicações. Assim, o ns-3 permite simular, e entender de forma prática, o funcionamento de protocolos como o TCP e UDP e o comportamento de tráfegos em aplicações como HTTP³, FTP⁴ e Telnet⁵. A simulação no ns-3 é possível, portanto, desde redes simples até redes com estrutura topológica robusta, de alto processamento e complexidade.

Três importantes características resumem, então, as vantagens do ns-3:

- Simula testes de comportamento de protocolos em variadas redes e ambientes, substituindo testes feitos em laboratórios com custos e tempo elevadíssimos;
- Facilita a execução de teste em ambiente controlado, com variação de parâmetros importantes, conservando os parâmetros restantes;
- Idem para protocolos em múltiplos cenários de aplicação;

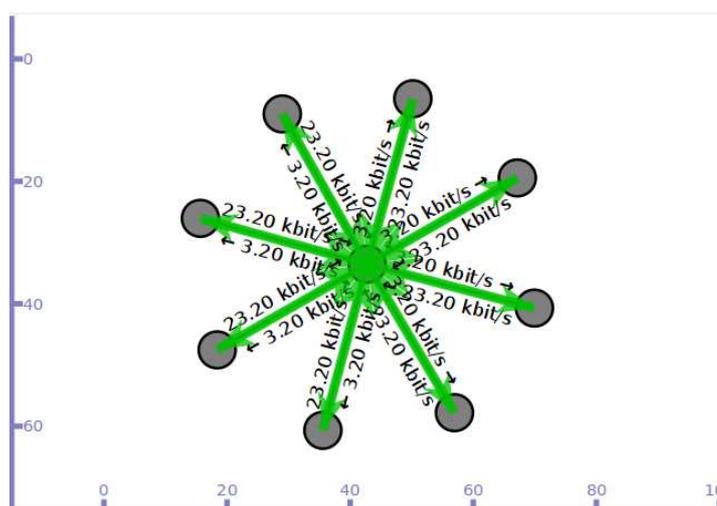


Figura 1 – Conexão TCP entre 9 nós

³ www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt

⁴ www.ietf.org/rfc/rfc959.txt

⁵ www.ietf.org/rfc/rfc854.txt

Interface	Tx Packets	Tx Bytes	Tx pkt/1s	Tx bit/1s	Rx Packets	Rx Bytes	Rx pkt/1s	Rx bit/1s
(interface 0)	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
(interface 1)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556
(interface 2)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556
(interface 3)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556
(interface 4)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556
(interface 5)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556
(interface 6)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556
(interface 7)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556
(interface 8)	14	588	2.22222222222	746.666666667	16	4140	2.22222222222	5155.55555556

Figura 2 – Estatísticas do nó 0

As figuras 1 e 2 ilustram o funcionamento do software ns-3. Trata-se de um exemplo extraído do pacote de instalação do Tutorial do ns-3-allinone [2]. A figura 1 representa uma topologia de rede estrela padrão com nove nós utilizando TCP. Já a figura 2 representa a estatística do nó zero que está interligado aos outros oito nós.

Além de o ns-3 ser um excelente recurso didático para professores que lecionam disciplinas de redes de computadores, ele é gratuito e com o código fonte aberto, permitindo o usuário ajustá-lo de acordo com sua necessidade. A simulação de um evento e o detalhamento de um processo exige a linguagem C++ ou Python, dando a oportunidade ao próprio usuário implementar um determinado algoritmo, manipular bytes, executar processamento de pacotes, determinar o tempo de execução de cada evento, etc.

O ns-3 não é uma extensão do ns-2[3]. Trata-se de um simulador totalmente novo. Apesar do ns-2 e ns-3 serem escritos em C++, o ns-3 não suporta APIs da versão anterior.

TRABALHOS RELACIONADOS

O processo de instalação tradicional do ns-3 pode ser obtido diretamente do site oficial do ns-3 [8]. Alguns trabalhos destacam o processo de instalação do ns-3. Podendo ser instalado em plataformas comum. Desktop & Servidores – arquitetura de 32 & 64 bit. Sistema Operacional: Linux, Mac OS e Windows sendo que neste caso requer a instalação do Cygwin. O processo de instalação inclui os seguintes passos: download; construção e validação [5] [12].

Abaixo segue os seguintes passos de instalação tradicional divulgado por alguns tutoriais e ou trabalhos publicados [5] [11].

- Realizar o download do pacote ns-3
 - <http://www.nsnam.org/releases/>
 - `tar -jxf ns-3.x.tar.bz2`
- Verificar os pré-requisitos do sistema e construir
 - Mudar o diretório para o ns-3.x
 - `./waf -d debug configure`
 - `./waf`
- Validar a construção executando o teste de validação
 - `./test.py -c core`

DESCRIÇÃO DO NS3-EXE

Normalmente, o usuário do ns-3 trabalha no Linux ou em ambiente baseada nele. Para os usuários que usam o Windows, alguns ambientes emulam o Linux e para esses usuários o projeto ns-3 sugere o ambiente Cygwin[5].

O Cygwin fornece vários comandos populares do Linux, entretanto pode-se ter problemas com a emulação. Nossa experiência com a instalação do ns-3 constatou a incompatibilidade de emular o NS-Animator, módulo de animação do ns-3, no ambiente Cygwin.

Uma alternativa ao Cygwin é instalar um ambiente de máquina virtual, tal como o VMware ou outro gerenciador de máquinas virtuais, como exemplo: Oracle VM Virtualbox[6].

Assim, “customizou-se” uma máquina virtual para o NS3-EXE, proposto neste trabalho. Uma vez gerado o arquivo NS3-EXE.vdi, a instalação e posterior utilização do ns-3 tornou-se fácil e rápida, eliminando-se assim um retrabalho árduo.

• **QUE É O NS3-EXE:**

O NS3-EXE é uma máquina virtual “customizada” para executar o software ns-3, proposto neste trabalho com o intuito de facilitar a instalação deste simulador. Ele usa o sistema operacional Linux – Ubuntu, bem como todas as bibliotecas necessárias para o perfeito funcionamento do simulador.

• **COMPONENTES DO NS3:**

- (i) Virtualbox;
- (ii) Sistema Operacional Linux-generic: Ubuntu;
- (iii) GNU Toolchain;
- (iv) ns-3-Allinone: ns-3 – Network Simulator 3;
- (v) NetAnimator;
- (vi) Mercurial;
- (vii) Linguagem Python⁶ e C++⁷

- (viii) Compilador Waf
- (ix) Eclipse

⁶ <http://www.python.org>

⁷ <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial>

- **INTERFACES DO NS3-EXE:**

- (i) Ambiente Windows – A instalação do gerenciador de máquina virtual será realizada em máquinas que rodam o sistema operacional Windows.
- (ii) Oracle VM Virtualbox – A instalação da máquina virtual será realizada utilizando o gerenciador Oracle VM Virtualbox.
- (iii) Máquina Virtual NS3-EXE – A execução e utilização do ns-3 serão através da linha de comando do Linux.
- (iv) Prompt de comando Linux; Os comandos de compilação e execução do ns-3 será através dos comandos do compilador waf.
- (v) Comando do waf – Os programas serão escritos através da ferramenta eclipse utilizando as linguagens de programação C++ e Python
- (vi) Eclipse – Uso das linguagens de programação C++ e Python

COMO USAR O NS3-EXE

Para utilizar o NS3-EXE, o usuário precisa, em seu computador, do software gerenciador de máquinas virtuais Oracle VM Virtualbox e do NS3-EXE⁸, um arquivo de 7,06 GB.

Os arquivos NS3-EXE.vdi e o Virtualbox poderá ser baixados dos sites: <http://www.xyz.com.br> e <http://www.oracle.com/technetwork/pt/server-storage/virtualbox/downloads/index.html>

A figura 3 mostra este ambiente.

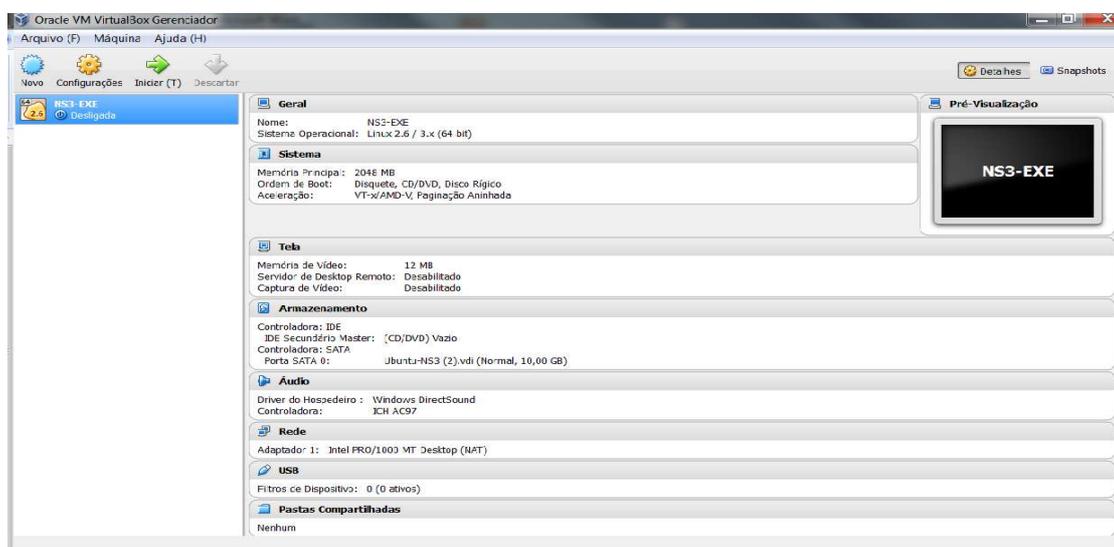


Figura 3 – Iniciando máquina virtual

⁸ <http://www.local> onde será disponibilizado o arquivo **vdi**

De posse do NS3-EXE, máquina virtual (NS3-EXE.vdi), o usuário deverá assim proceder:

- (i) Instalar o Virtualbox (sugestão: seguir a instalação default)
- (ii) Iniciar o Virtualbox, clicar em 'Novo'
- (iii) Na tela "Criar Máquina Virtual" preencher os campos: Nome = NS3-EXE, Tipo = Linux, Versão = Ubuntu;
- (iv) Clicar em 'Próximo(N)'
- (v) Na tela "Tamanho de Memória" preencha com a metade da memória disponível, seria interessante pelo menos 2048 MB de memória.
- (vi) Na tela "Disco Rígido" selecione a opção "Utilizar um disco virtual existente"
- (vii) Clicar na pasta e selecionar o arquivo NS3-EXE.vdi salvo em seu computador.
- (viii) Clicar em 'Criar'

Para ligar a máquina virtual NS3-EXE, selecione a máquina virtual NS3-EXE no painel do Virtualbox e clique em 'Iniciar'. O processo de iniciação da máquina virtual começara e uma instância será disponibilizada para uso, como mostrado na figura 4. O usuário deverá entrar com a senha: 123456



Figura 4 – Logando na VM⁹

O ambiente Linux é disponibilizado e a partir deste momento poderá ser utilizado o ambiente do NS3. Como um primeiro exemplo a ser executado, o usuário deverá ativar o terminal do ambiente Ubuntu Linux, clicando no menu *Terminal* e realizar os seguintes passos:

P1 - Digitar o comando Linux para visualizar os arquivos e diretórios:

```
$ ls
```

P2 - Entrar no diretório *ns-3-allinone*

```
$ cd ns-3-allinone
```

⁹ VM-Virtual Machine

P3 - Entrar no diretório *ns-3.19*

```
$ cd ns-3.19
```

P4 - Entrar no diretório *examples*

```
$ cd examples
```

P5 - Entrar no diretório *tutorial*

```
$ cd tutorial
```

P6 - Executar o segundo exercício de exemplo (o qual chama o NS Animator).

```
$ ./waf - -run second - -visualize
```

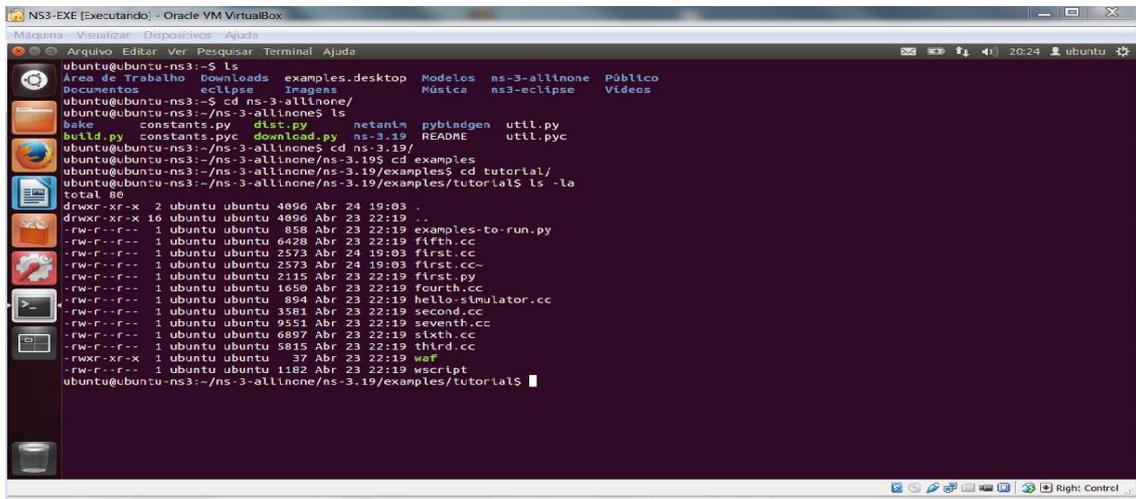


Figura 4 – Listando os arquivos e diretórios com o comando “ls”

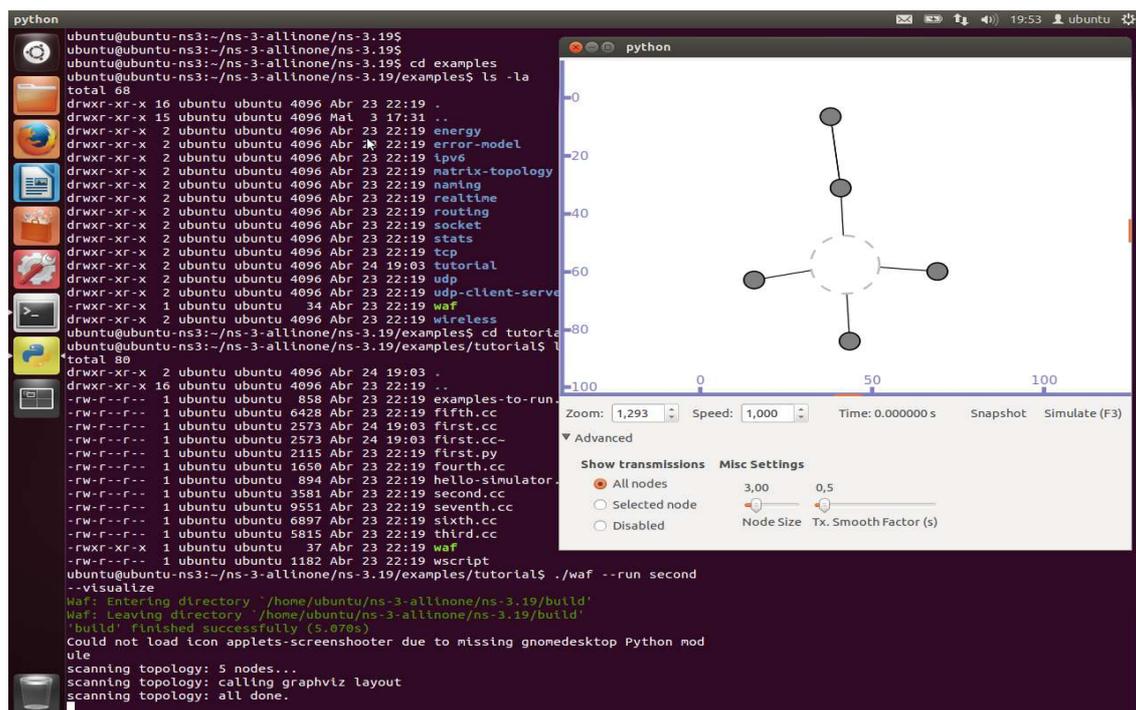


Figura 5 – Executando o arquivo de exemplo

CONCLUSÃO

O Network Simulator 3 (ns-3) vem substituindo, cada vez mais, o simulador ns-2. No entanto sua instalação tem sido um grande empecilho para os iniciantes na área, desmotivando-os quanto ao uso deste software. Este trabalho apresentou a descrição e a instalação do NS3-EXE, um novo ambiente de utilização do simulador ns-3.

A principal vantagem do NS3-EXE é a disponibilização de uma máquina virtual já configurada, de fácil instalação. Através de três clicks um ambiente está pronto para uso e exploração do simulador ns-3, permitindo a alunos e profissionais interessados em aprofundar seus estudos em redes de computadores praticarem os conhecimentos teóricos adquiridos.

Elimina-se assim um tempo precioso que é gasto na instalação do ns-3, passando-se diretamente para o funcionamento do ns-3: as principais abstrações, o entendimento de Nó, Aplicações, Canal de Comunicação, Dispositivos de Rede, Assistentes de Topologia e os conceitos necessários para melhor explorar o uso do simulador[7].

O NS3-EXE permite, portanto, ao usuário abstrair-se da complexidade de instalação e disponibilização da ferramenta, ganhando um tempo precioso de estudo e entendimento dos conceitos de redes de computadores, evitando, em alguns casos, o desestímulo do usuário.

A expectativa é de que o ambiente virtual NS3-EXE ajude a proliferação deste importante recurso didático no ensino de redes de computadores, facilitando a associação de conceitos teóricos à prática, via simulação.

Como trabalho futuro com o ns-3, pretende-se construir novos exemplos de cenários de rede, práticos e didáticos, simulando ambientes reais, com um tutorial explicativo, o passo a passo de como foi construído o arquivo de programa, bem como uma explicação didática da simulação do exercício. Estes exercícios serão disponibilizados juntamente com o novo pacote de instalação do NS3-EXE com a versão .vdk permitindo a utilização independente de um gerenciador de máquina virtual proprietário.

REFERÊNCIAS

- [1] Development NS-3-Team. Ns-3 Tutorial. Website. 2013. <http://www.nsnam.org>
- [2] Development NS3-Team. Ns-3 Tutorial. 2013. <http://www.nsnam.org/docs/release/3.19/tutorial-pt-br/singlehtml/index.html>
- [3] Teerawat Issariyakul, Ekram Hossain; Introduction to Network Simulator NS2, e-ISBN:978-0-387-71760-9, 1rd Ed. Springer, 2009.
- [4] Klaus Wehrle, Mesut Gunes, James Gross; Modeling and Tools for Network Simulation, e-ISBN:978-3-642-12331-3, 1rd Ed. Springer, 2010. Cap. 2 – The ns-3 Network Simulator, pages 15-33.
- [5] KU EECS 882-Mobile Wireless Nets – ns-3 Introduction, James P. G. Sterbenz; 2011
- [6] <http://www.oracle.com/technetwork/pt/server-storage/virtualbox/downloads/index.html>

[7] Ns-3 documentation. Website. 2013. <http://www.nsnam.org/documentation>

[8] <http://www.nsnam.org/wiki/Installation>

[9] <http://code.nsnam.org/>

[10] <http://www.selenic.com/mercurial/wiki/index.cgi/Tutorial/>

[11] <http://code.google.com/p/waf/>

[12] <http://www.nsnam.org/docs/tutorial-pt-br/singlehtml/index.html#document-getting-started>