

# CPE710: Redes Móveis

Prof. Miguel Elias Mitre Campista

<http://www.gta.ufrj.br/~miguel>

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

CPE710: Redes Móveis

## INTRODUÇÃO AO NS-3

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Preâmbulo

- Este tutorial usa a variável `$(VERSAO)` a ser substituída pela versão mais atual
- Note que novas versões podem surgir e o tutorial talvez precise de atualizações
  - A versão instalada foi a 3.26
- Instruções de instalação do ns-3
  - Disponível em maiores detalhes em:

```
http://www.nsnam.org/docs/release/\$\(VERSAO\)/tutorial-pt-br/singlehtml/index.html
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Download

- Baixar a última versão em:

```
https://www.nsnam.org/release/ns-allinone-\$\(VERSAO\).tar.bz2
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Instalação

- Escolher um diretório para descompactação (sugestão `/home/$(USUARIO)`), onde a variável `$(USUARIO)` deve ser substituída pelo nome de algum diretório
  - A descompactação é feita da seguinte maneira:

```
tar -jxvf ns-allinone-$(VERSAO).tar.bz2
```

- Entrar no diretório criado e executar o comando de compilação do simulador:

```
cd /home/$(USUARIO)/ns-allinone-$(VERSAO)
./build.py --enable-examples --enable-tests
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Instalação

- As opções `--enable-examples` `--enable-tests` são incluídas para que os exemplos e os testes sejam também construídos
  - Exemplos e testes não são construídos por padrão
- Após o término da compilação, uma mensagem como a seguir deverá ser exibida na tela:

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Instalação

```
Waf: Leaving directory `/home/$(USUARIO)/ns-allinone-$(VERSAO)/ns-
$(VERSAO)/build'
"build" finished successfully (29m13.153s)
Modules built:
antenna          aodv          applications
bridge           buildings     config-store
core             csma         csma-layout
dsdv            dsr          energy
fd-net-device    flow-monitor  internet
internet-apps    lr-wpan      lte
mesh            mobility     mpi
netanim (no Python) network      nix-vector-routing
olsr            point-to-point  point-to-point-layout
propagation      sikhwan       spectrum
stats           tap-bridge    test (no Python)
topology-read    traffic-control uan
virtual-net-device visualizer     wave
wifi            wimax

Modules not built (see ns-3 tutorial for explanation):
brlte          click          openflow
Leaving directory `./ns-$(VERSAO)'
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Instalação

- Entrar no diretório de desenvolvimento do ns e em seguida configurar uma versão em modo de depuração (opção debug) para o ns:

```
cd /home/$(USUARIO)/ns-allinone-$(VERSAO)/ns-
$(VERSAO)
```

```
./waf -d debug --enable-examples --enable-
tests configure
```

- Em seguida, realizar a construção do ns:

```
./waf
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Instalação

- Neste ponto, o ns está construído e pronto para uso!

- Para se certificar que a instalação está correta, o ns disponibiliza uma sequência de testes para avaliar a instalação realizada

- Alguns testes vão depender dos módulos instalados na máquina

```
./test.py -c core
```

- Máquinas mais lentas podem travar durante os testes!

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Execução de Scripts

- Executar o primeiro script (*Hello Simulator*)
  - Ainda no diretório `/home/$(USUARIO)/ns-allinone-$(VERSAO)/ns-$(VERSAO)`, executar:

```
./waf --run hello-simulator
```

- Ao final da execução, a mensagem *Hello Simulator* deve ser exibida na tela
  - Caso isso ocorra, a instalação foi bem sucedida!

- Em seguida, todos os programas de teste poderão ser usados da seguinte forma:

```
./waf --run "nome_do_programa"
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Execução de Scripts

- Todos os programas de teste podem ser encontrados em um diretório padrão do ns-3

- Localizado em `/home/$(USUARIO)/ns-allinone-$(VERSAO)/ns-$(VERSAO)/examples/tutorial`

- Veja os resultados de cada simulação

- Resultados impressos na tela!
- Resultados gerados como arquivo!

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Arquivo first.cc

- Simula uma aplicação do tipo `echo client/server`
  - Execute a simulação com o comando:

```
./waf --run first
```

- Saída

```
Waf: Entering directory `/home/miguel/install/ns3/ns-allinone-3.26/ns-3.26/build'
[ 952/2629] Compiling examples/tutorial/first.cc
[2450/2629] Linking build/examples/tutorial/ns3.26-first-debug
Waf: Leaving directory `/home/miguel/install/ns3/ns-allinone-3.26/ns-3.26/build'
Build commands will be stored in build/compile_commands.json
"build" finished successfully (3.476s)
At time 2s client sent 1024 bytes to 10.1.1.2 port 9
At time 2.00369s server received 1024 bytes from 10.1.1.1 port 49153
At time 2.00369s server sent 1024 bytes to 10.1.1.1 port 49153
At time 2.00737s client received 1024 bytes from 10.1.1.2 port 9
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

Abra o arquivo first.cc  
 gvim ns-\$(VERSAO)/examples/tutorial/first.cc

```

1 /* -*- Mode:C++; c-file-style:"gnu"; indent-tabs-mode:nil; -*- */
2 /*
3  * This program is free software; you can redistribute it and/or modify
4  * it under the terms of the GNU General Public License version 2 as
5  * published by the Free Software Foundation;
6  *
7  * This program is distributed in the hope that it will be useful,
8  * but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
9  * MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
10 * GNU General Public License for more details.
11 *
12 * You should have received a copy of the GNU General Public License
13 * along with this program; if not, write to the Free Software
14 * Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA
15 */
16
17 #include "ns3/core-module.h"
18 #include "ns3/network-module.h"
19 #include "ns3/internet-module.h"
20 #include "ns3/point-to-point-module.h"
21 #include "ns3/applications-module.h"
  
```

Abra o arquivo first.cc  
 gvim ns-\$(VERSAO)/examples/tutorial/first.cc

```

22
23 using namespace ns3;
24
25 NS_LOG_COMPONENT_DEFINE ("FirstScriptExample");
26
27 int
28 main (int argc, char *argv[])
29 {
30     Time::SetResolution (Time::NS);
31     LogComponentEnable ("UdpEchoClientApplication", LOG_LEVEL_INFO);
32     LogComponentEnable ("UdpEchoServerApplication", LOG_LEVEL_INFO);
33
34     NodeContainer nodes;
35     nodes.Create (2);
36
37     PointToPointHelper pointToPoint;
38     pointToPoint.SetDeviceAttribute ("DataRate", StringValue ("5Mbps"));
39     pointToPoint.SetChannelAttribute ("Delay", StringValue ("2ms"));
40
41     NetDeviceContainer devices;
42     devices = pointToPoint.Install (nodes);
43
44     InternetStackHelper stack;
45     stack.Install (nodes);
46
  
```

Abra o arquivo first.cc  
 gvim ns-\$(VERSAO)/examples/tutorial/first.cc

```

47 Ipv4AddressHelper address;
48 address.SetBase ("10.1.1.0", "255.255.255.0");
49
50 Ipv4InterfaceContainer interfaces = address.Assign (devices);
51
52 UdpEchoServerHelper echoServer (9);
53
54 ApplicationContainer serverApps = echoServer.Install (nodes.Get (1));
55 serverApps.Start (Seconds (1.0));
56 serverApps.Stop (Seconds (10.0));
57
58 UdpEchoClientHelper echoClient (interfaces.GetAddress (1), 9);
59 echoClient.SetAttribute ("MaxPackets", IntegerValue (1));
60 echoClient.SetAttribute ("Interval", TimeValue (Seconds (1.0)));
61 echoClient.SetAttribute ("PacketSize", IntegerValue (1024));
62
63 ApplicationContainer clientApps = echoClient.Install (nodes.Get (0));
64 clientApps.Start (Seconds (2.0));
65 clientApps.Stop (Seconds (10.0));
66
67 Simulator::Run ();
68 Simulator::Destroy ();
69 return 0;
70 }
  
```

## Execução Automatizada das Simulações

- Requer a criação de scripts
  - Script em tcsh
  - Usado para automatizar as simulações

```

#!/usr/bin/tcsh -f

set HOMEDIR='pwd'
set NSDIR="/home/miguel/install/ns3/ns-allinone-3.26/ns-3.26"

cd $NSDIR

./waf --run first >& $HOMEDIR/saida.dat

cd $HOMEDIR

grep "sent" saida.dat | awk '{print $3, $6;}' | awk -F ' ' '{print $1, $2;}' > log.dat

gnuplot plotapacotes.gnu

rm saida.dat log.dat
  
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Execução Automatizada das Simulações

- Requer a criação de scripts
  - Script gnuplot
  - Usado para plotar gráficos

```

set terminal png enhanced font 'Times,18'
set output "envio.png"

set style data histogram
set style fill solid border -1
set boxwidth 0.002

set ylabel 'Tamanho do pacote (bytes)'
set xlabel 'Instante do envio do pacote (s)'

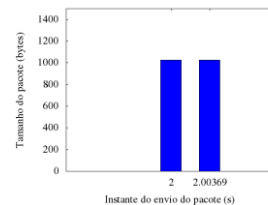
set yrange [0:1500]
set xrange [1.99:2.01]
set xtics (2, 2.00369)

plot 'log.dat' using 1:2 with boxes lc rgb 'blue' notitle
  
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista

## Execução Automatizada das Simulações



Lembrando a saída da simulação...

```

At time 2s client sent 1024 bytes to 10.1.1.2 port 9
At time 2.00369s server sent 1024 bytes to 10.1.1.1 port 49153
  
```

CPE710: Redes Móveis – Del-Poli/COPPE-PEE/UFRJ

Professor Miguel Campista