

Redes de Computadores I

Aula 12 - IPv6 - Parte II

Apresentação

Na aula anterior, aprendemos que o IPv4 não será capaz de endereçar todos os dispositivos futuros, devido à limitação da quantidade de endereços que esses dispositivos dispõem. Buscando não limitar o crescimento da Internet, o IPv6 foi desenvolvido e está aos poucos sendo implantado, seja em novas redes ou nas já existentes.

Apesar disso, esse processo vem ocorrendo de forma lenta e gradual e, com isso, algumas técnicas foram desenvolvidas para que ele aconteça de maneira a não interromper a conectividade dos equipamentos. Essas técnicas são denominadas **Técnicas de Transição**.

Nesta aula, realizaremos uma atividade prática e aplicaremos a técnica de transição 6in4, por meio da qual efetuaremos o envio de pacotes IPv6 entre dois hosts interligados através de um roteador que possui apenas conectividade IPv4.

Objetivos

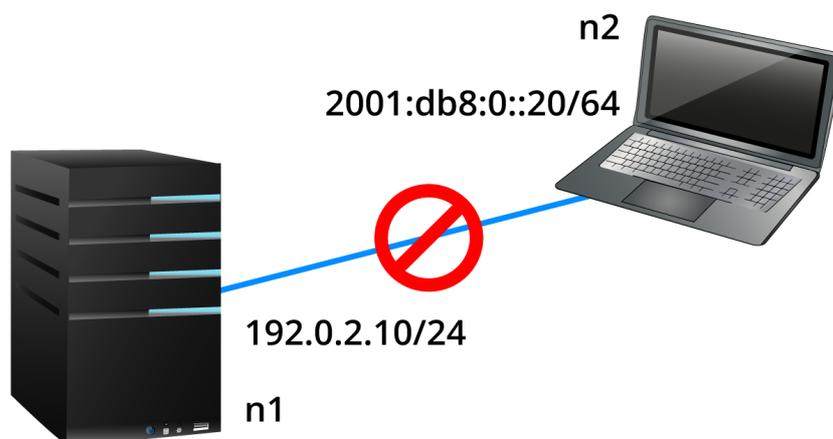
- Conhecer o que são Técnicas de Transição;
- Conceituar a técnica 6in4;
- Conhecer a ferramenta CORE;
- Realizar tutorial de tunelamento 6in4 com o uso do CORE;

Técnicas de Transição

Como visto em aula anterior, o protocolo IPv4 possui 32bits para realizar o endereçamento dos hosts, enquanto que o IPv6 funciona com 128bits. Além dessa característica diretamente relacionada ao tamanho dos endereços, outros recursos foram adicionados ao IPv6, mas não foram ao IPv4, isso faz com que os dois protocolos sejam suficientemente diferentes e, por esse motivo, eles não “conversem” entre si. Assim, devido a todas as diferenças existentes entre as duas versões, elas não interoperam.

Por causa dessas diferenças, as quais não permitem a um host que funcione apenas com IPv4 conversar diretamente com um host que possui apenas o IPv6, algumas Técnicas de Transição foram desenvolvidas.

Figura 01 - Exemplo de Hosts: n1 com IPv4 e n2 com IPv6.



Fonte: Autoria própria.

Quando as Técnicas de Transição foram pensadas e desenvolvidas, seus objetivos eram permitir que ocorresse a transição do uso do IPv4 para o IPv6, de maneira que nenhum equipamento ou usuário ficasse sem conectividade durante o período de coexistência entre ambos os protocolos.

Como visto na aula anterior, as técnicas de transição são classificadas em 3 tipos de acordo com as suas funcionalidades:

- **Pilha dupla:** tida como a técnica padrão para a transição, ela consiste na operação do IPv4 e do IPv6 nos mesmos equipamentos, simultaneamente.
- **Túneis:** possibilitam que as diferentes redes IPv4 possam se comunicar através de uma rede IPv6, ou que redes IPv6 converseem através de redes IPv4.
- **Tradução:** técnica que, por meio da conversão dos pacotes IPv4 em IPv6, e/ou vice-versa, permite que equipamentos usando IPv6 comuniquem-se com outros que usam IPv4 e vice-versa.

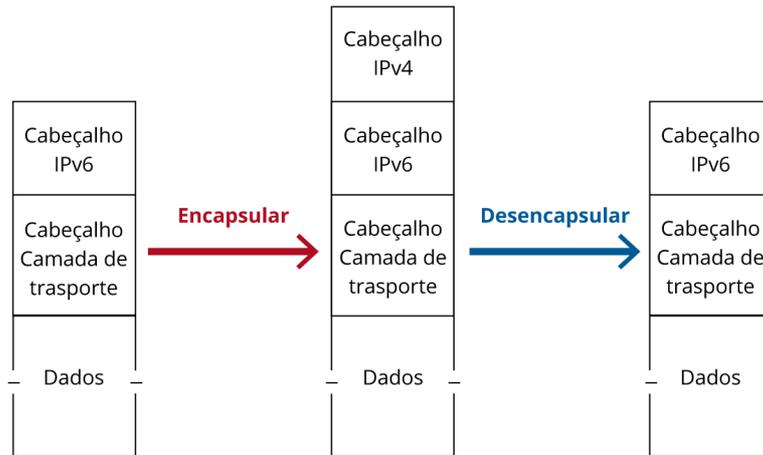
Além dessa classificação, as técnicas são, ainda, classificadas em dois tipos: técnicas statefull e técnicas stateless. O primeiro grupo (statefull) são técnicas em que é necessário manter tabelas de estado das conexões, com as informações dos endereços e pacotes para que estes possam ser processados. Já o outro grupo (stateless) não necessita manter essas informações e cada pacote é processado individualmente. Técnicas do tipo statefull requerem mais recursos (memória, processamento, etc.) devido à necessidade de armazenar as tabelas de estado, já as técnicas do tipo stateless, por não necessitarem armazenar as mesmas informações, necessitam de menos recursos. Por esse motivo, é recomendada a adoção de técnicas stateless em relação às técnicas statefull, sempre que possível.

Muitas técnicas de transição foram desenvolvidas, como Túnel GRE, 6in4, Tunnel Broker, NAT64 e DNS64, 464XLAT, Teredo, DL-Lite, 4rd, 6rd, entre outras. Cada técnica possui vantagens e desvantagens, além de características próprias. Por esse motivo, a implantação de cada técnica deverá ser analisada de acordo com a situação necessária. Nesta aula, vamos explorar uma das técnicas de tunelamento, denominada 6in4.

Técnica de Transição 6in4

A técnica denominada 6in4, também conhecida como protocolo 41, é uma técnica classificada como de tunelamento e funciona através do “encapsulamento” de pacotes IPv6, como payload em pacotes IPv4. Veja na figura 2 como ocorre o processo de tunelamento 6in4.

Figura 02 - Funcionamento do 6in4.



Fonte: Autoria própria.

O 6in4, ou protocolo 41, é uma técnica que permite definir manualmente túneis IPv6 sobre o IPv4. Essas configurações são definidas estaticamente nas extremidades (nos hosts) com suporte IPv6, as quais estão conectadas através de roteadores que possuem apenas suporte ao IPv4. Dessa forma é possível interligar duas redes IPv6 através da Internet IPv4.

Assista ao vídeo a seguir, produzido pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.Br), para conhecer outras técnicas de transição, denominadas técnicas tradicionais.

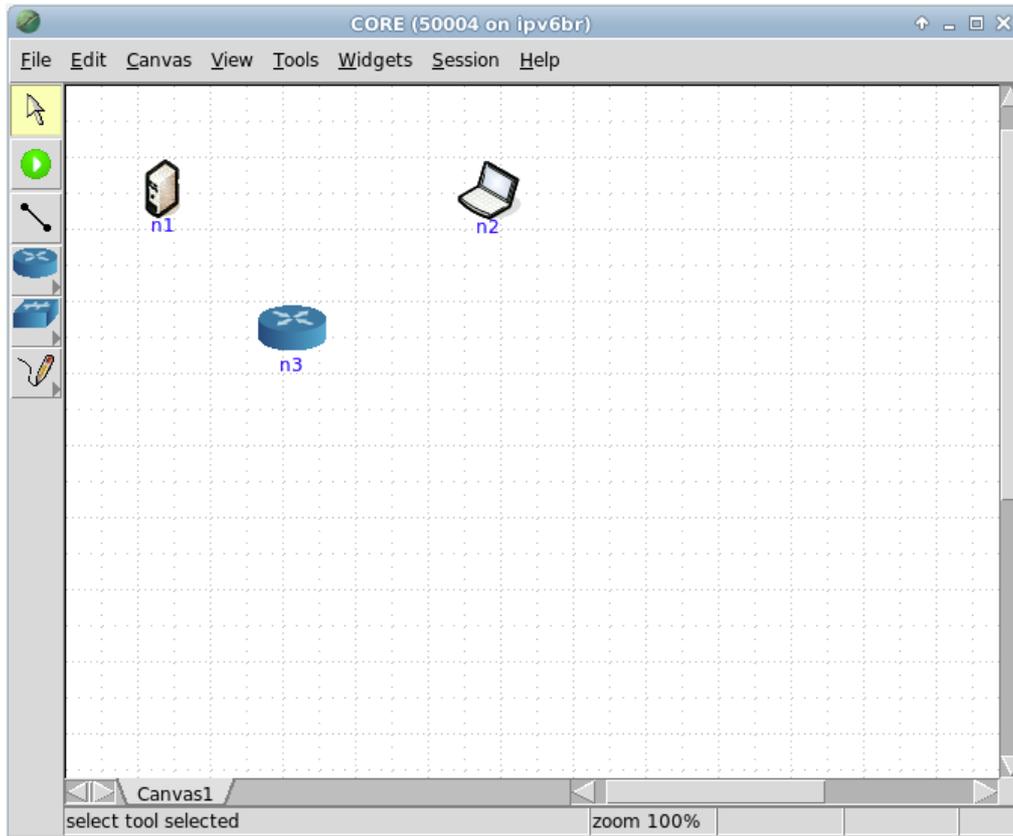
Técnicas de Transição IPv6

<http://www.youtube.com/watch?v=Ki6rcXvUWPO>

O Emulador CORE

O Common Open Research Emulator (CORE) é uma ferramenta que permite emular ambientes de rede. Essa ferramenta foi desenvolvida pelo grupo de pesquisa Network Technology, sendo parte integrante da Boeing Research and Technology division.

Figura 03 - Emulador CORE.



Fonte: Captura de tela do Emulador CORE. Comparison of CORE Network Emulation Platforms, Proceedings of IEEE MILCOM Conference, 2010, pp.864-869.

Algumas das características do CORE:

- Altamente customizável;
- Leve, permitindo a simulação de diversos hosts e roteadores mesmo em ambiente com poucos recursos de hardware (memória, processamento, etc.);
- Possui interface gráfica;

O CORE foi desenvolvido para ser instalado em ambientes Linux. Você poderá obter os arquivos de instalação necessários na página do desenvolvedor (<http://www.nrl.navy.mil/itd/ncs/products/core>) e realizar os procedimentos necessários para a instalação dessa ferramenta.

Obtendo a Máquina Virtual com o CORE

Agora que você já conhece o que é o CORE, que tal simplificarmos nossa atividade obtendo uma máquina virtual com Linux e o CORE já instalados? Faremos isso para pouparmos tempo, com foco na realização de nossa atividade.

Com o intuito de atendermos ao procedimento de criarmos um túnel 6in4, utilizaremos uma Máquina Virtual Linux criada pelo NIC.Br. Essa máquina foi criada especialmente para realizar diversas práticas envolvendo o IPv6.

A fim de obter a máquina virtual, você poderá ir até a página de download do portal <http://ipv6.br>, clicar em Download e, em seguida, localizar o link para a máquina virtual. Veja a Figura 4 e a Figura 5.

Figura 04 - Parte superior do site IPv6.br.



Fonte: Captura de tela do site IPv6.br. Disponível em: www.IPv6.br. Acesso em: 02 de nov. de 2016.

Figura 05 - Localização do Link para obter a VM com o CORE.



Fonte: Captura de tela do site IPv6.br. Disponível em: www.Ipv6.br. Acesso em: 02 de nov. de 2016.

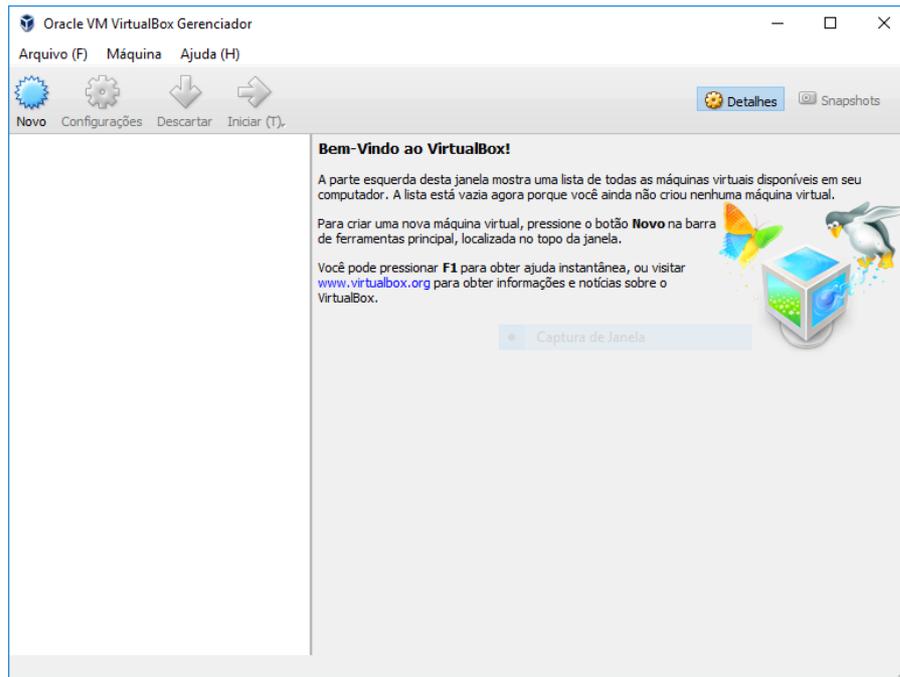
Importando e configurando a máquina virtual do NIC.Br

A máquina virtual que obtivemos está no formato **.OVA**, sendo esse formato de arquivo utilizado pela ferramenta de virtualização VirtualBox. Essa é a mesma ferramenta que você já utilizou na disciplina de Sistemas de Conectividade. Caso ainda não tenha o VirtualBox instalado, consulte novamente os conteúdos da aula 12 de Sistemas de Conectividade e, em seguida, realize a instalação.

A fim de podermos executar a máquina virtual que acabamos de fazer o download, realizaremos a importação dela no VirtualBox. Para tanto, seguiremos os seguintes passos:

1. Primeiro, abra o VirtualBox.

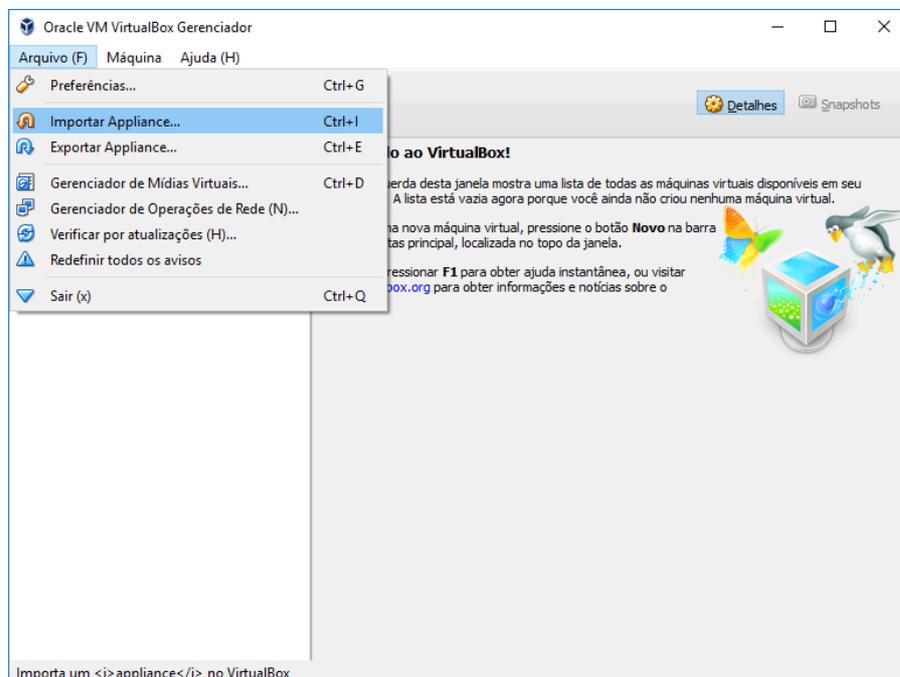
Figura 06 - Tela inicial do VirtualBox.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

2. Em seguida, clique no menu **Arquivo** e selecione a opção "Importar Appliance". Veja a Figura 7:.

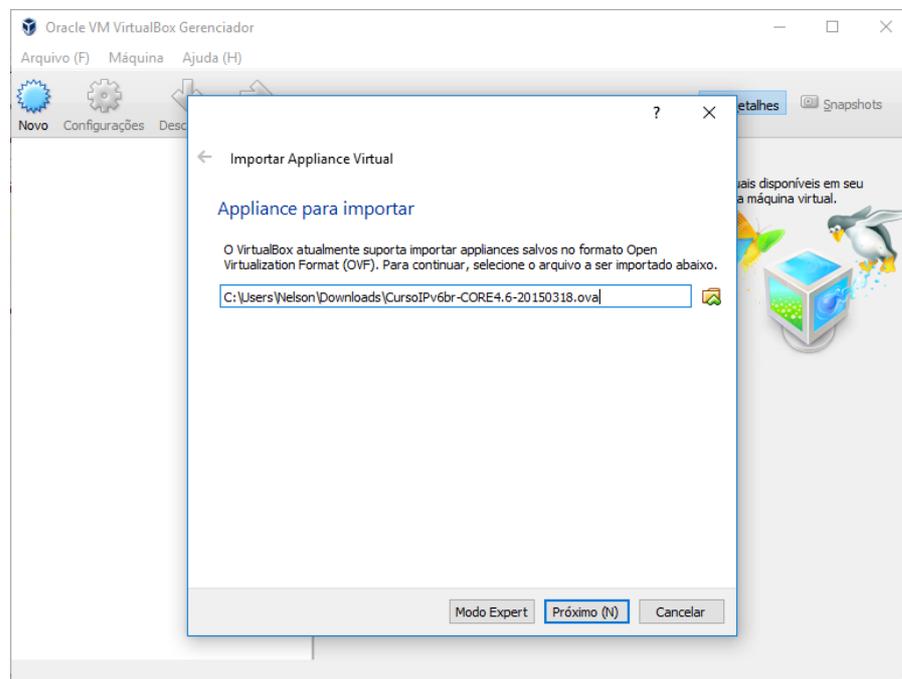
Figura 07 - Menu Arquivo do VirtualBox.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

3. Na próxima tela, você deverá localizar a máquina virtual que realizamos o download, o arquivo **.OVA** obtido anteriormente. Em seguida, clique em **Próximo**.

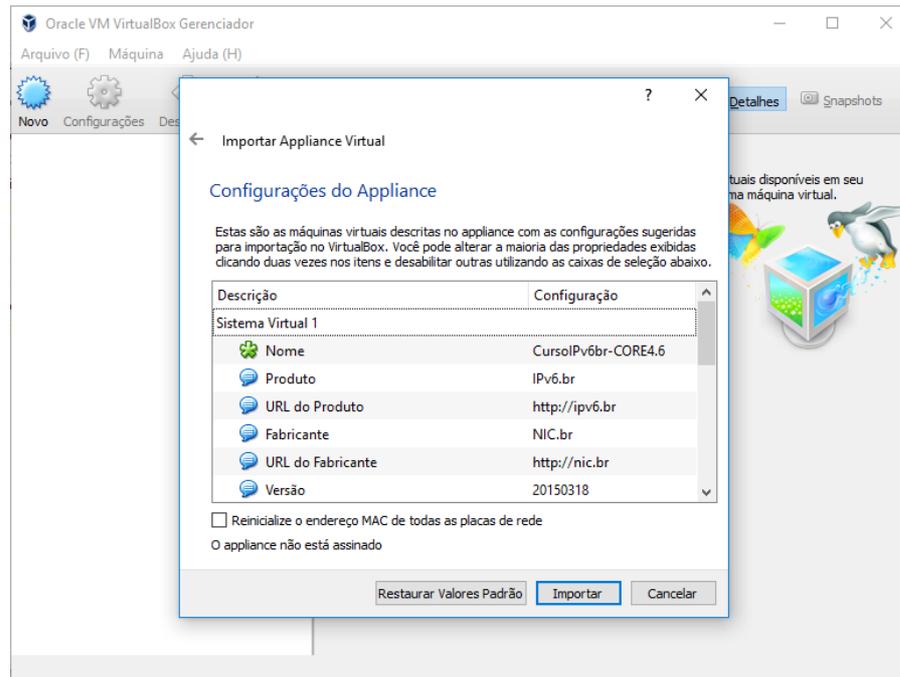
Figura 08 - Menu para Localizar a Máquina Virtual no VirtualBox.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

4. Já na tela seguinte, o VirtualBox apresenta as configurações de recursos para a máquina virtual que acabamos de realizar a importação. Nesta tela, podemos modificar o nome da máquina virtual, alterar a quantidade de memória que será destinada para a execução da máquina, entre outros parâmetros. Após a revisão das configurações, clique em **Importar**.

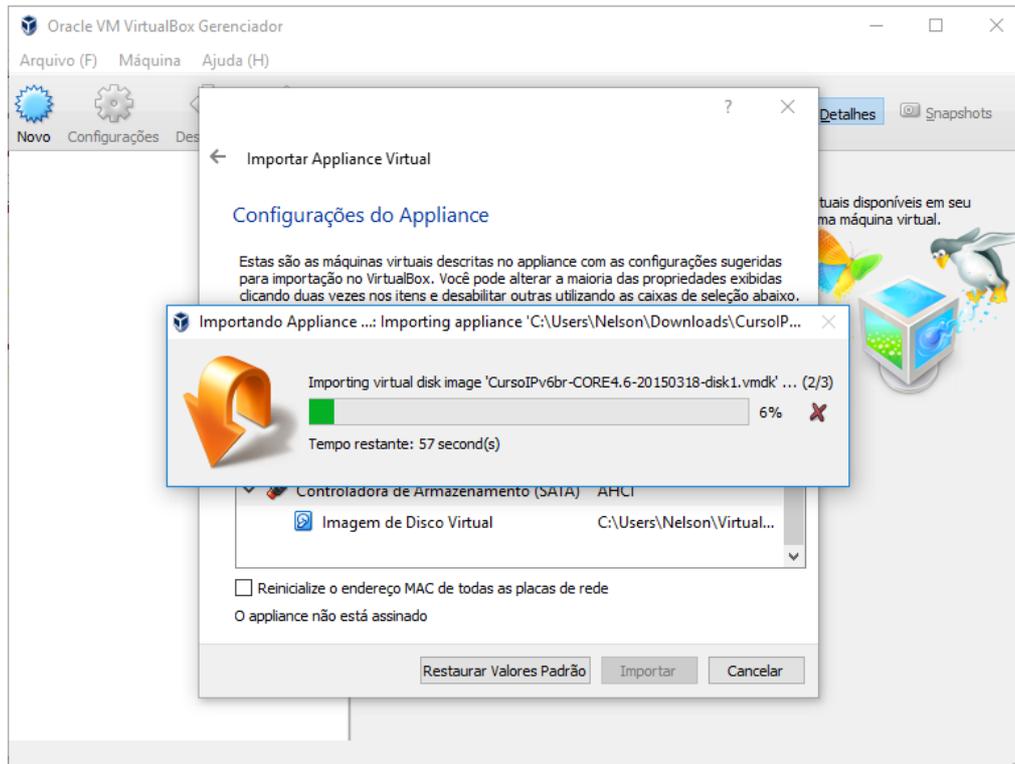
Figura 09 - Resumo das configurações de hardware.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

O processo de importação deverá levar alguns minutos até que seja concluído. Uma barra de progresso será apresentada durante todo o processo. Veja a Figura 10:

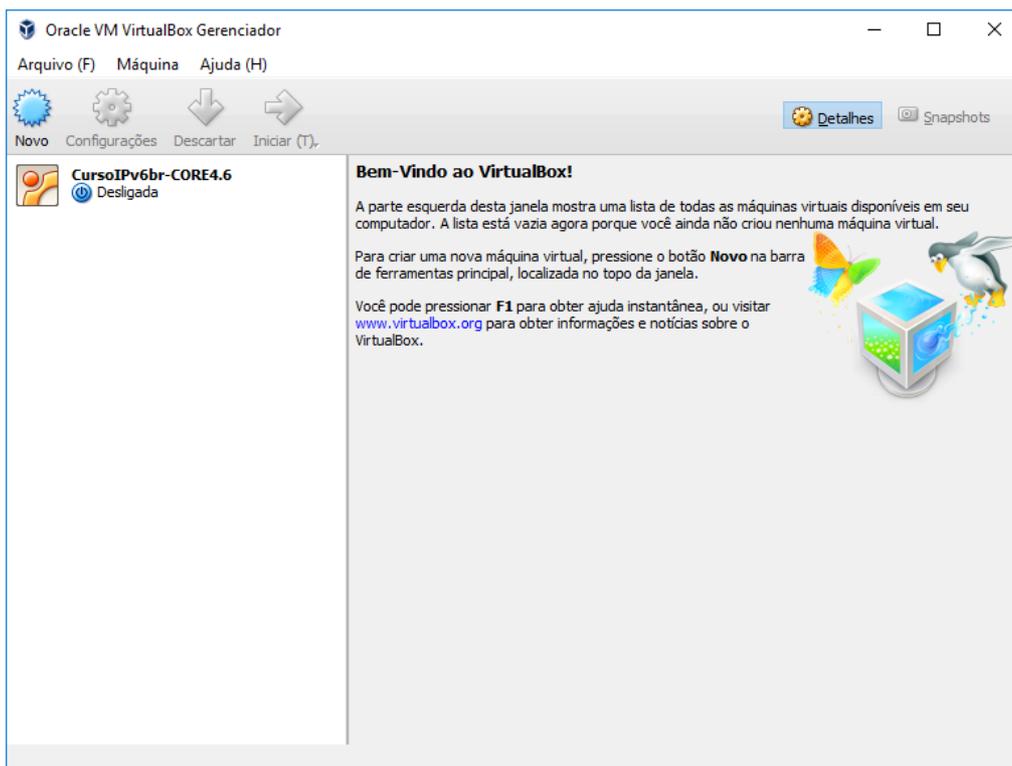
Figura 10 - Progresso da importação da máquina virtual do NIC.Br.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

Ao final da importação, a máquina virtual estará disponível para ser inicializada.

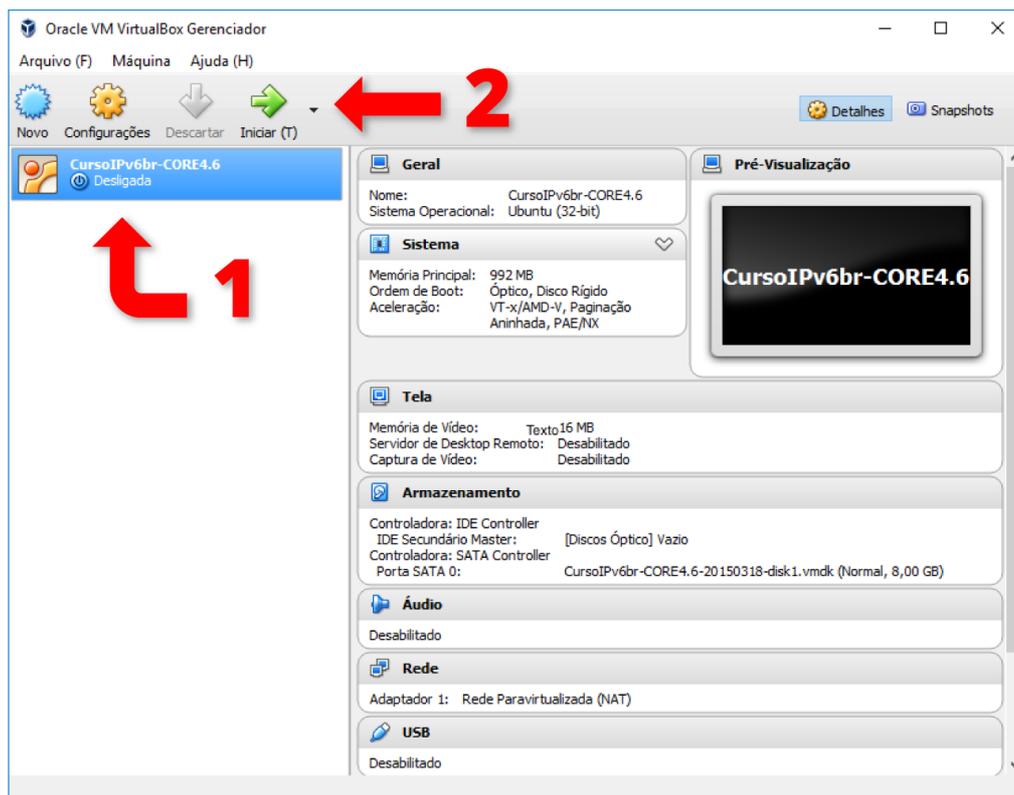
Figura 11 - VirtualBox ao finalizar a importação da Máquina Virtual do NIC.Br.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

Para iniciar a Máquina Virtual, clique sobre o nome da máquina, na região esquerda do VirtualBox e, em seguida, clique no botão **Iniciar**.

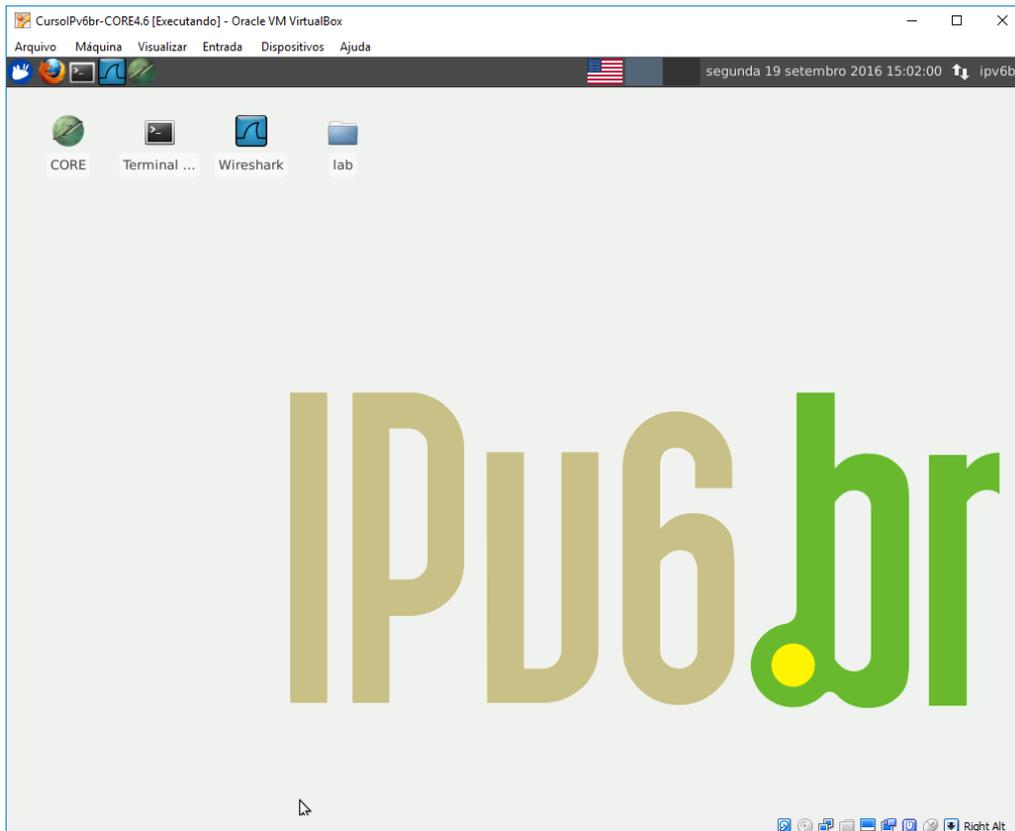
Figura 12 - Iniciando a máquina virtual.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

A seguir, na Figura 13, é possível ver a área de trabalho da máquina virtual, após inicializada.

Figura 13 - Máquina Virtual do NIC.Br após inicialização.



Fonte: Captura de tela do software VirtualBox. Empresa Oracle. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

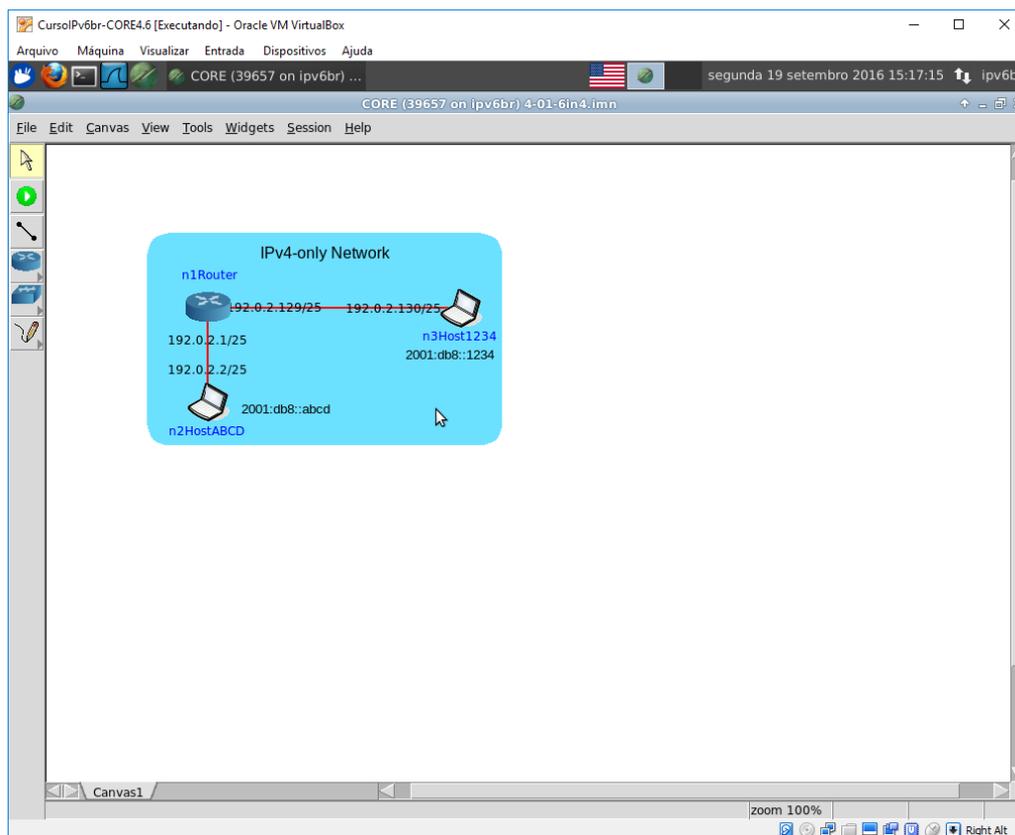
Roteiro 6in4 no CORE

Após iniciar a máquina virtual do NIC.Br, você deverá abrir o CORE. O atalho para ele encontra-se na área de trabalho da VM e na barra superior.

Com o CORE aberto, você deverá ir na barra de menus e selecionar a opção **File** e, em seguida, a opção **Open**. Navegue até o diretório **/home/ipv6br/Desktop/lab e, então, selecione o arquivo 4-01-6in4.imn e clique no botão Open.**

A Figura 14 a seguir apresenta o CORE com o projeto da prática aberto. Nessa imagem, é possível ver três equipamentos: um roteador de nome **n1Router** e dois computadores host de nomes **n2HostABCD** e **n3Host1234**.

Figura 14 - Projeto 6in4 aberto no CORE.



Fonte: Captura de tela do Emulador CORE. Comparison of CORE Network Emulation Platforms, Proceedings of IEEE MILCOM Conference, 2010, pp.864-869.

Com o roteiro 6in4 aberto no CORE, podemos notar que os n1Router possuem os endereços IPv4 (192.0.2.1/25 e 192.0.2.129/25) atribuídos às suas interfaces, mas não possuem qualquer endereço IPv6. Já os hosts n2HostABCD e n3Host1234 possuem, além do endereço IPv4, o endereço IPv6. A Tabela 1 apresenta resumidamente os endereços IPs presentes na prática 6in4.

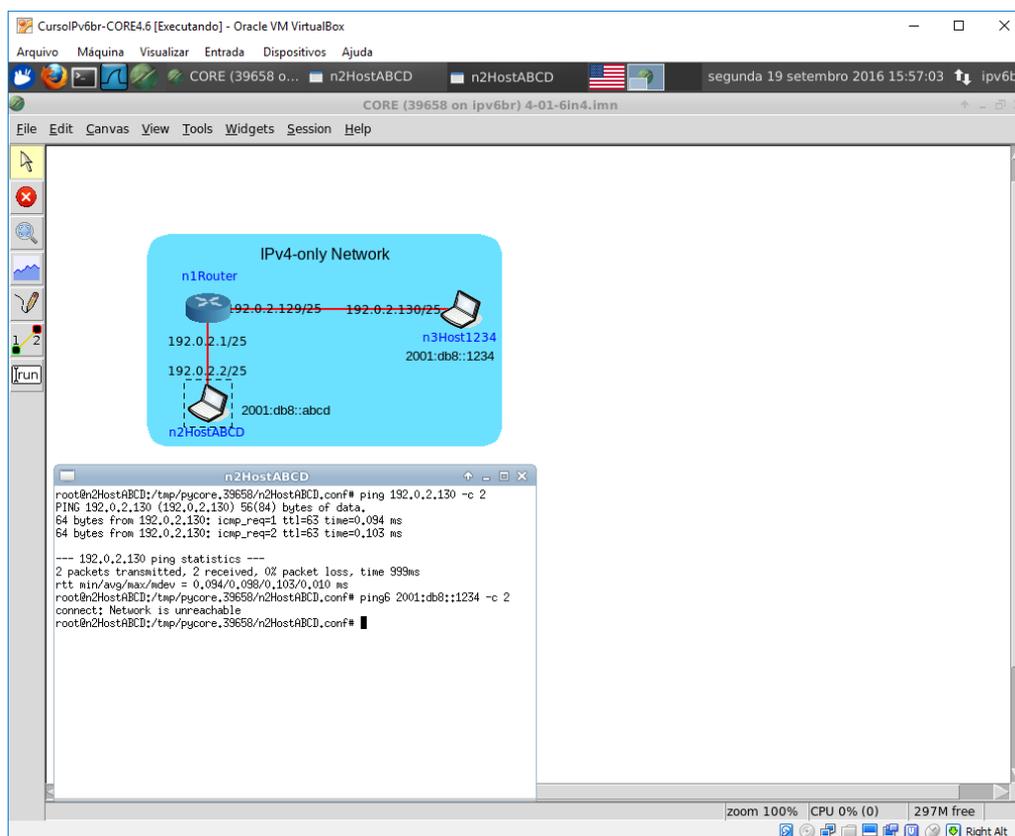
	Interface 1		Interface 2	
Equipamento	Endereço IPv4	Endereço IPv6	Endereço IPv4	Endereço IPv6
n1Router	192.0.2.1/25	Não há.	192.0.2.129/25	Não há.
n2HostABCD	192.0.2.2/25	2001:db8::abcd	Não há.	Não há.
n3Host1234	192.0.2.130/25	2001:db8::1234	Não há.	Não há.

Agora que já temos em mãos os endereços dos equipamentos, começaremos a nossa prática. Primeiro, devemos verificar que de fato não há conectividade através do IPv6 entre os hosts n2HostABCD e n3Host1234. Para que possamos realizar o teste, precisamos iniciar a simulação. Para iniciá-la, clique sobre o botão  (start the session) do CORE.

Após iniciar a simulação, dê um duplo clique sobre o host n2HostABCD. Essa ação abrirá o terminal (console) do host. Em seguida, utilize o comando ping e ping6 para verificar a conectividade IPv4 e IPv6 entre os hosts n2HostABCD e n3Host1234. Veja os comandos:

```
# ping 192.168.0.130 -c 2  
# ping6 2001:db8::1234 -c 2
```

Figura 15 - Resultado da execução do ping e ping6 no host n2HostABCDE.



Fonte: Captura de tela do Emulador CORE. Comparison of CORE Network Emulation Platforms, Proceedings of IEEE MILCOM Conference, 2010, pp.864-869.

Como é possível ver na Figura 15, há conectividade IPv4 entre n2HostABCDE e n3Host1234, porém, ao tentarmos realizar um ping6 que realiza a comunicação utilizando o protocolo IPv6, recebemos a mensagem “connect: Network is

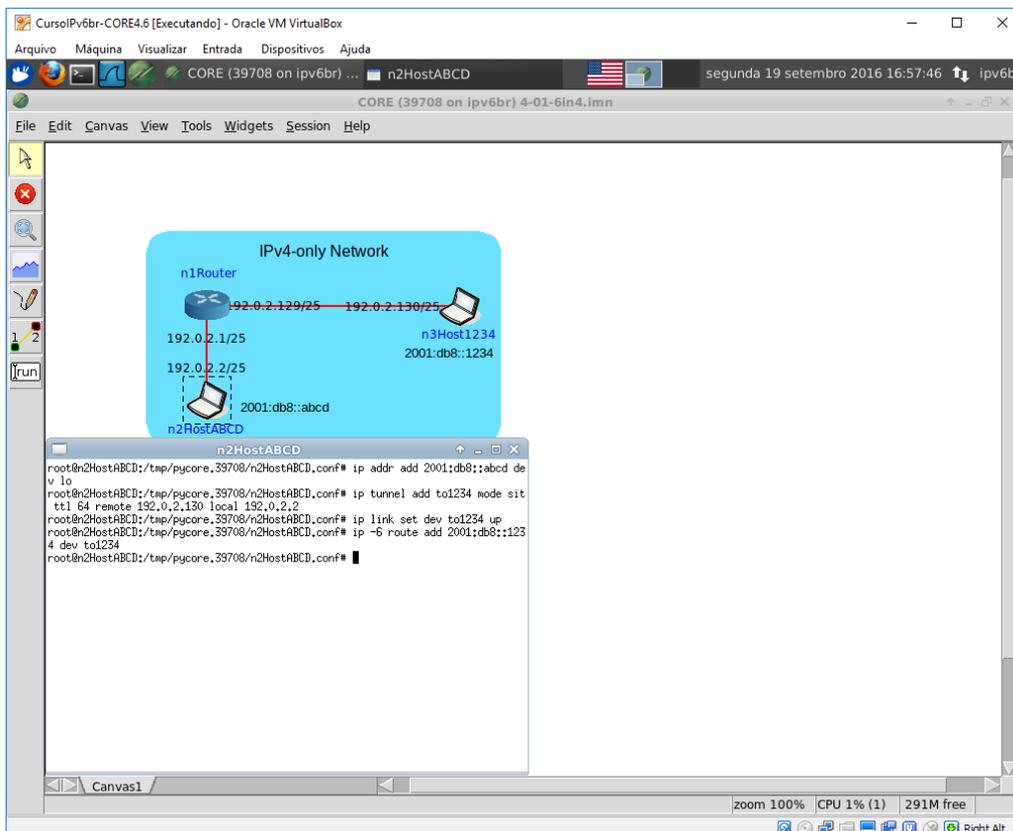
unreachable”.

Para que possamos criar o túnel 6in4, precisaremos configurá-lo em ambos os hosts, n2HostABCDE e n3Host1234. Como já estamos com o terminal de n2HostABCDE aberto, iniciaremos a configuração do túnel por ele. Para isso, executaremos os comandos abaixo:

```
# ip addr add 2001:db8::abcd dev lo
# ip tunnel add to1234 mode sit ttl 64 remote 192.0.2.130 local 192.0.2.2
# ip link set dev to1234 up
# ip -6 route add 2001:db8::1234 dev to1234
```

Veja abaixo como ficou a execução no host n2HostABCDE:

Figura 16 - Configuração do túnel 6in4 no host n2HostABCDE.



Fonte: Captura de tela do Emulador CORE. Comparison of CORE Network Emulation Platforms, Proceedings of IEEE MILCOM Conference, 2010, pp.864-869.

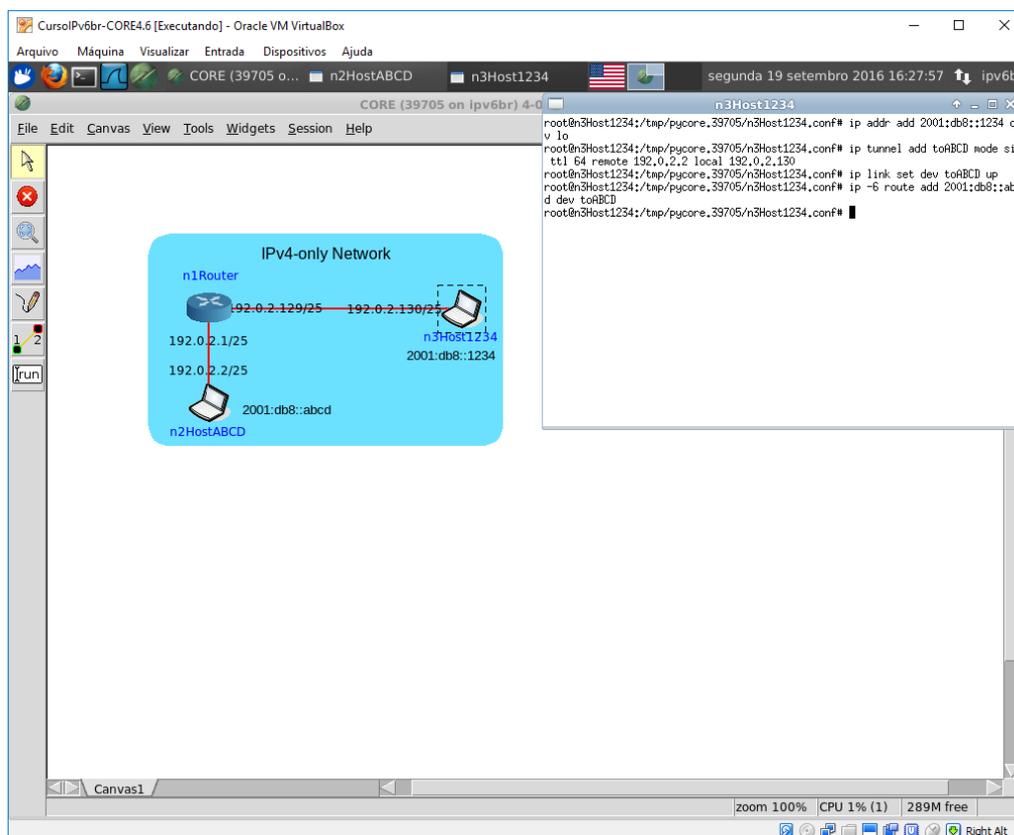
Após configurar o primeiro host, ainda precisamos configurar o outro host, neste caso, o n3Host1234. Para isso, daremos um duplo clique sobre o n3Host1234 e, em seguida, executaremos os mesmos comandos que executamos no primeiro

host, porém, agora será necessário modificar os endereços para que possamos finalizar a configuração do túnel 6in4.

```
# ip addr add 2001:db8::1234 dev lo
# ip tunnel add toABCD mode sit ttl 64 remote 192.0.2.2 local 192.0.2.130
# ip link set dev toABCD up
# ip -6 route add 2001:db8::abcd dev toABCD
```

Veja o resultado dos comandos na Figura 17 abaixo:

Figura 17 - Configuração do túnel 6in4 no host n3Host1234.



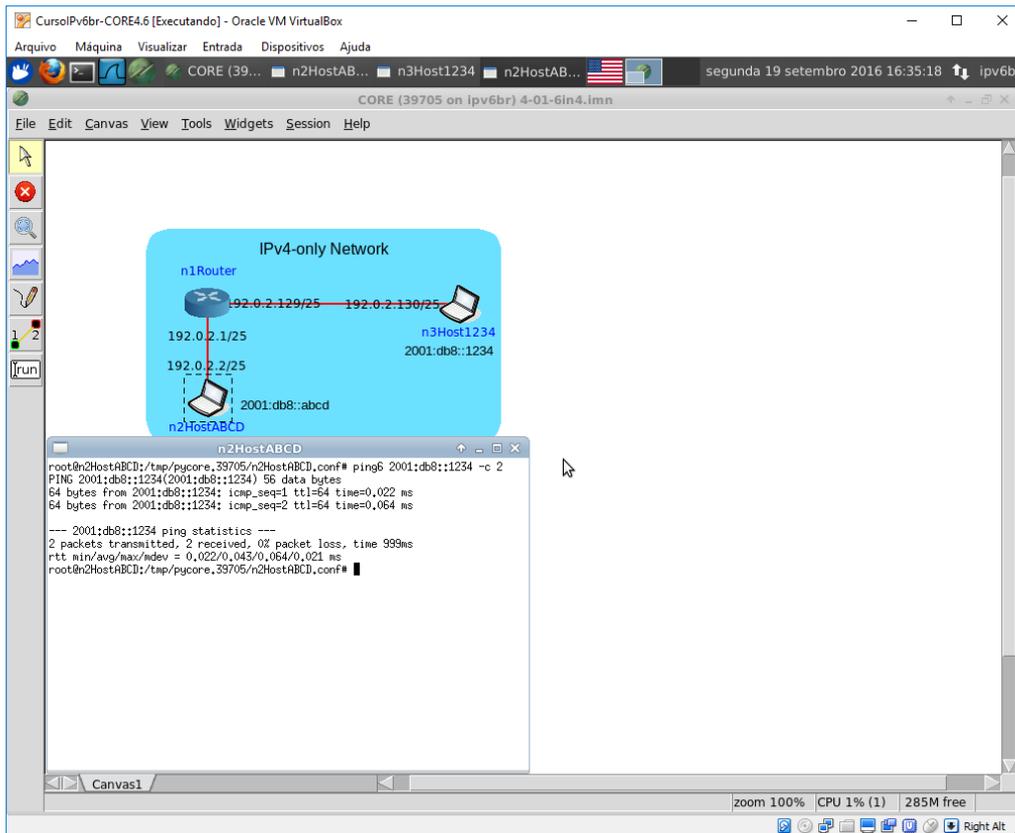
Fonte: Captura de tela do Emulador CORE. Comparison of CORE Network Emulation Platforms, Proceedings of IEEE MILCOM Conference, 2010, pp.864-869.

Agora que configuramos o túnel 6in4, podemos verificar se há comunicação IPv6 entre n2HostABCD e n3Host1234. Abriremos console de n2HostABCD e executaremos o ping6 através dele.

```
#ping6 2001:db8:1234 -c 2
```

A Figura 18 apresenta o resultado do comando acima:

Figura 18 - Teste de conectividade IPv6 entre n2HostABCD e n3Host1234.



Fonte: Captura de tela do Emulador CORE. Comparison of CORE Network Emulation Platforms, Proceedings of IEEE MILCOM Conference, 2010, pp.864-869.

Devido às limitações do roteador que interconecta os hosts, a comunicação por IPv6 não é estabelecida. Por esse motivo, utilizamos a técnica de tunelamento 6in4 executada nesta aula. Com base nos passos que foram seguidos, conseguimos criar um túnel 6in4 entre os dois hosts que possuem o IPv6 habilitado.

Resumo

Nesta aula, conhecemos as classes que dividem os tipos de técnicas de transição e como esses tipos são classificados. Além disso, obtivemos a máquina virtual do NIC.Br que possui o emulador CORE e, utilizando essas ferramentas, executamos um roteiro para configurar de forma prática um túnel. Realizamos a atividade prática por meio da qual criamos um túnel estático 6in4, permitindo a conectividade entre dois hosts com conectividade IPv6 limitada por um roteador que possui apenas o IPv4.

Leitura Complementar

Ficou interessado em realizar mais práticas com o IPv6? Baixe o livro “Laboratório de IPv6” do NIC.Br, pois ele contém outras práticas com o IPv6. E o melhor de tudo é que você já possui a máquina virtual utilizada no livro! Portanto, mãos à obra.

Além disso, você pode explorar um pouco mais a prática realizada nesta aula. Que tal utilizar o tcpdump para capturar os pacotes da comunicação entre os hosts n2HostABCD e n3Host1234 durante o ping6 e, em seguida, analisar o resultado com o Wireshark? Você viu na primeira aula de Redes de Computadores I como fazer isso, que tal realizar essa prática?

Referências

Equipe IPV6.br. Laboratório de IPv6: aprenda na prática usando um emulador de redes. São Paulo/SP. Editora: Novatec, 2015.