

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO

THIAGO BRUM ZANOELLO

Curso de introdução a criação e uso de Máquinas Virtuais

1ª edição

São Carlos –SP

2017

THIAGO BRUM ZANOELLO

Curso de introdução a criação e uso de Máquinas Virtuais

Material elaborado com a finalidade de elucidar dúvidas a respeito do uso de máquinas virtuais nos laboratórios de graduação.

Analista responsável: Dagoberto Carvalho Junior

São Carlos –SP

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

RESUMO

ZANOELLO, THIAGO BRUM. Curso de introdução a criação e uso de máquinas virtuais. Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2017.

Material elaborado com o intuito de elucidar as dúvidas mais frequentes no uso de máquinas virtuais no ambiente do laboratório de graduação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC). Alinhado com o esforço da Seção Técnica de Informática (STI) em fornecer tecnologias e suporte de computação para Pesquisa, Ensino, Extensão e Administração do ICMC, surge a necessidade da criação deste material que servirá como guia a todos os utilizadores dos laboratórios de graduação. A virtualização é o processo de criar uma representação baseada em software (ou virtual) de algo, em vez de um processo físico, podendo ser aplicada a aplicativos, servidores, armazenamento e redes. Um sistema de computadores virtual é chamado de “máquina virtual” (VM): um contêiner de software rigidamente isolado que contém um sistema operacional e aplicativos. Cada VM autocontida é completamente independente. Colocar múltiplas VMs em um único computador permite que vários sistemas operacionais e aplicativos sejam executados em um só servidor físico ou “host”. Uma fina camada de software, chamada hypervisor, desassocia as máquinas virtuais do host e aloca dinamicamente os recursos de computação a cada uma dessas máquinas, conforme o necessário. Com o crescente uso do recurso de máquinas virtuais e sua implementação no ambiente da graduação, faz-se necessário a apresentação dessa tecnologia aos usuários, que terão nela uma poderosa ferramenta de trabalho. O uso de máquinas virtuais permite que o ministrante prepare ambientes completos com todos os recursos necessários para sua atividade de ensino, possibilitando que o ambiente seja previamente testado para que atenda às necessidades da atividade e garantindo que ele será homogêneo ao ser distribuído nas estações de trabalho que o público alvo utilizará. A escolha pela utilização da plataforma de virtualização Oracle VM VirtualBox foi motivada, entre outros fatores, por suas características de leveza e facilidade de instalação e uso. Sob um exterior simples, existe um motor de virtualização extremamente rápido e poderoso com suporte a uma variedade de sistemas operacionais convidados o que o torna perfeito para o uso em laboratórios de ensino.

Palavras-chave: máquina virtual. virtualização. Oracle VM VirtualBox.

Sumário

RESUMO	5
Introdução	8
1. O que é virtualização	9
1.1 A máquina virtual	9
2. Oracle VM VirtualBox.....	10
3. Utilizando o Oracle VM VirtualBox	11
3.1 Instalação da plataforma	11
3.2 Criação da máquina virtual.....	12
3.3 Configuração da máquina virtual	14
3.3.1 Configuração Geral.....	14
3.3.2 Sistema	15
3.3.3 Monitor	17
3.3.4 Armazenamento.....	18
3.4 Instalação do Sistema Operacional na máquina virtual	19
3.4.1 Instalação do Microsoft Windows 7.....	20
3.5 Instalação dos Adicionais para Convidado	21
4. Criando um Appliance para distribuição.....	24
Conclusão	27
Bibliografia	28

Introdução

Este material tem por objetivo apresentar, de forma introdutória e simplificada, a virtualização, apresentando a tecnologia e exemplificando sua utilização no cenário dos laboratórios de graduação do ICMC.

O principal objetivo, que será alvo desse estudo, é a virtualização em estações de trabalho como maneira de se criar um ambiente de trabalho completo para cursos e disciplinas utilizando a tecnologia de virtualização através da aplicação ORACLE VM VirtualBox.

Serão abordados os conceitos básico de o que é e como funciona a virtualização, os benefícios do uso da virtualização em estações de trabalho, método de criação e a configuração de uma máquina virtual para uso em aulas de laboratório didático.

1. O que é virtualização

A virtualização é o processo de criar uma representação baseada em software (ou virtual) de algo, em vez de um processo físico. Consiste na emulação de ambiente isolado, capazes de rodar diferentes sistemas operacionais dentro de uma mesma máquina.

Isso permite a execução de softwares que não foram projetados originalmente para um determinado sistema operacional, uma vez que a máquina virtual que será executada pode conter o sistema operacional necessário ao software sem que isso gere problemas ao sistema do computador hospedeiro.

Essa técnica ainda oferece como vantagem uma camada de abstração dos verdadeiros recursos de uma máquina, provendo um hardware virtual para cada sistema, o que possibilita a distribuição da máquina virtual para qualquer computador hospedeiro independente do hardware ou sistema operacional que esteja sendo utilizado.

1.1 A máquina virtual

A máquina virtual é um contêiner de software rigidamente isolado que contém um sistema operacional e aplicativos. Cada VM autocontida é completamente independente. Colocar múltiplas VMs em um único computador permite que vários sistemas operacionais e aplicativos sejam utilizados em um só servidor físico ou “host”.

Uma fina camada de software, chamada hypervisor, desassocia as máquinas virtuais do host e aloca dinamicamente os recursos de computação a cada uma dessas máquinas, conforme o necessário.

2. Oracle VM VirtualBox

O Oracle VM VirtualBox é uma plataforma de virtualização de software que permite estender o uso de um computador através da execução de múltiplos sistemas operacionais ao mesmo tempo, fazendo uso da tecnologia de virtualização.

Ela foi projetada para atuar nos mais diversos tipos de hardwares, dos ultrabooks aos servidores de alta tecnologia, sendo uma plataforma leve, de fácil instalação e uso, muito embora isso apenas oculte o motor de virtualização rápido e poderoso contido nela.

Atualmente o Oracle VM VirtualBox apresenta a seguinte tabela de requerimentos de hardware e lista de host comercialmente suportados:

Requisitos de Sistema			
Requisitos de Hardware			
Processador	Qualquer processador compatível com x86 da Intel ou AMD (com ou sem suporte às tecnologias de VT-X ou AMD-V)		
Memória	Mínimo recomendado para utilização do sistemas operacional do “host”, mais o mínimo recomendado para o SO do “guest” (convidado).		
Requerimentos para plataforma “host” (suportados comercialmente):			
Windows	Mac OS X	Linux hosts (32-bit and 64-bit)	Oracle Solaris hosts (64-bit)
<ul style="list-style-type: none"> Windows Vista SP1 e superior (32-bit e 64-bit) Windows Server 2008 (32-bit e 64-bit) Windows Server 2008 R2 (32-bit e 64-bit) Windows 7 (32-bit e 64-bit) Windows 8 (32-bit e 64-bit) Windows 8.1 (32-bit e 64-bit) Windows Server 2012 Windows Server 2012 R2 	<ul style="list-style-type: none"> 10.8 (Mountain Lion, 32-bit e 64-bit) 10.9 (Mavericks) 10.10 (Yosemite) 	<ul style="list-style-type: none"> Oracle Linux 5, 6 e 7 Ubuntu: 10.04 (“Lucid Lynx”) até 15.04 (“Vivid Vervet”) Red Hat Enterprise Linux 5, 6 e 7 SUSE Linux Enterprise Server 11, 12 Fedora Core/ Fedora 6 até 22 	<ul style="list-style-type: none"> Solaris 11, 11.1 Solaris 10 (u10 e superior)

3. Utilizando o Oracle VM VirtualBox

O processo de criação de uma máquina virtual no Oracle VM VirtualBox é muito simples.

O primeiro passo é instalar a plataforma no computador que será usado como “host”.

3.1 Instalação da plataforma

O “download” do software é realizado através do site <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>, lembrando que são necessários o pacote base da plataforma e o pacote de extensão.

Download VirtualBox

Here, you will find links to VirtualBox binaries and its source code.

VirtualBox binaries

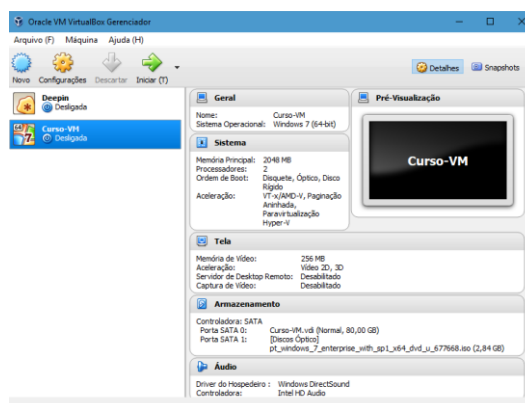
By downloading, you agree to the terms and conditions of the respective license.

- **VirtualBox 5.1.26 platform packages.** The binaries are released under the terms of the GPL version 2.
 - [Windows hosts](#)
 - [OS X hosts](#)
 - [Linux distributions](#)
 - [Solaris hosts](#)
- **VirtualBox 5.1.26 Oracle VM VirtualBox Extension Pack** [⇒ All supported platforms](#)
Support for USB 2.0 and USB 3.0 devices, VirtualBox RDP, disk encryption, NVMe and PXE boot for Intel cards. See [this chapter from the User Manual](#) for an introduction to this Extension Pack. The Extension Pack binaries are released under the [VirtualBox Personal Use and Evaluation License \(PUEL\)](#).
Please install the extension pack with the same version as your installed version of VirtualBox:
If you are using **VirtualBox 5.0.40**, please download the extension pack [⇒ here](#).

Primeiro deve-se instalar o pacote da plataforma. Sua instalação é simplificada bastando seguir as instruções do instalador sem alterar nenhuma das opções.

Concluída a instalação do pacote base da plataforma é necessário realizar a instalação do pacote de extensão, esta também é bastante intuitiva bastando seguir os passos indicados na tela avançando sem a necessidade de nenhuma alteração.

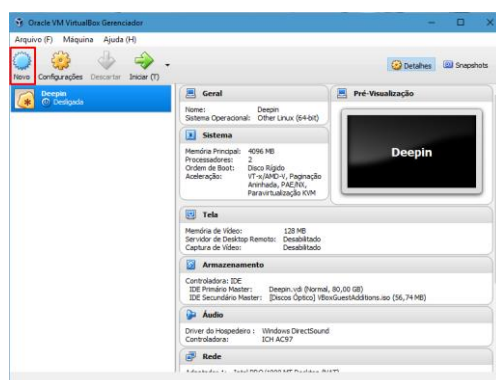
Após o termino da operação, o gerenciador do Oracle VM VirtualBox estará pronto para uso.



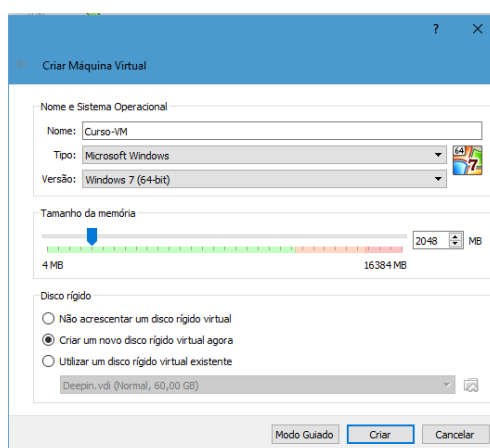
3.2 Criação da máquina virtual

A criação de máquinas virtuais na plataforma também é bastante intuitiva, sendo essa uma das razões de se ter escolhido o Oracle VM VirtualBox como virtualizador para os laboratórios de graduação.

No gerenciador da plataforma deve-se acionar o botão “Novo”.



Surgirá a tela “Criar Máquina Virtual”, nela devem ser preenchidos o nome da máquina virtual, o tipo de sistema operacional que se pretende utilizar nesta VM, a versão do SO utilizado (32bits ou 64bits)¹, a quantidade de memória² que a VM poderá utilizar e o disco virtual que será utilizado pela VM.



¹ Se a opção de 64bits não aparecer é porque a máquina em que a plataforma está instalada não tem suporte nativo a virtualização, este encontra-se desabilitado na BIOS ou o sistema operacional instalado no host é de 32bits.

² Deve-se observar o indicador em barra nas cores verde, laranja e vermelho, sendo que o limite de memória para a VM não deve ultrapassar a área verde, sob pena de comprometer o funcionamento do SO do host.

Avançando-se a tela é chegado o momento de definirmos o tamanho, tipo e forma de armazenamento do disco virtual que irá pertencer a VM que está sendo criada.

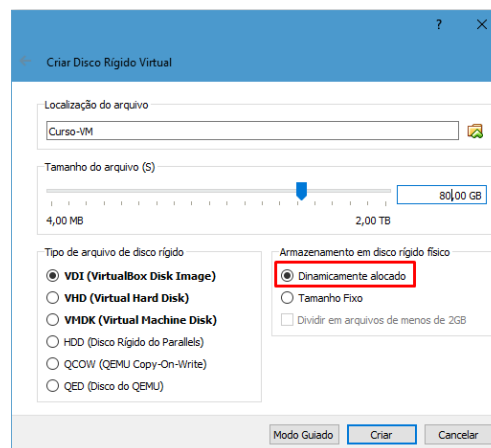
Nesta etapa é importante avaliar o tamanho do disco para que não ocupe mais do que o realmente necessário ao bom funcionamento da VM.

Uma medida sensata pode ser obtida através da soma dos requisitos de uso de disco do sistema operacional que se deseja utilizar, mais os requisitos de disco de cada software que se pretende instalar na máquina virtual. Estas informações podem ser obtidas na documentação do desenvolvedor de cada software.

O Oracle VM VirtualBox trabalha com seis tipos de discos virtuais, mas o recomendado é que seja mantido o tipo “VirtualBox Disk Image” (VDI) por ser o sistema nativo da plataforma.

Deve-se dar uma atenção especial a forma de armazenamento que será escolhida, sendo que a opção “Dinamicamente alocado” utiliza o disco rígido do host de maneira progressiva para gravar os dados da VM conforme eles forem sendo criados, ocupando o disco apenas com os dados que estão em uso. Esta é a forma recomendada, pois facilita a migração da VM para outra máquina física quando necessário.

A opção “Tamanho Fixo”, gera um arquivo no disco rígido do “host” com o tamanho total selecionado para o disco virtual, de maneira que o espaço ainda não utilizado pela VM será marcado como consumido no “host”. Esta opção dificulta a migração da VM, uma vez que o arquivo do disco virtual terá o tamanho total selecionado no “Tamanho de arquivo (S)”.

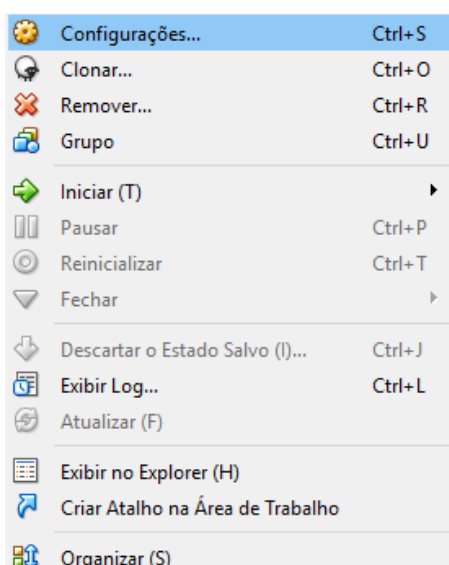


Após executar o comando “Criar” a máquina virtual já estará disponível no gerenciador do Oracle VM VirtualBox, sendo agora necessário prepara-la para a instalação do sistema operacional.

3.3 Configuração da máquina virtual

Uma vez criada, a máquina virtual deverá ser configurada para refletir as necessidades do usuário, a realidade do hardware que a hospeda e a mídia de inicialização (para o caso de uma máquina sem sistema operacional).

Para acessar o menu de configurações da máquina virtual pode-se utilizar o menu de contexto através do acionamento do botão direito do mouse sobre a VM que será configurada.



Várias configurações podem ser realizadas através deste menu, porém vamos nos concentrar apenas nas mais relevantes para o uso das máquinas virtuais no ambiente dos laboratórios de graduação do ICMC.

3.3.1 Configuração Geral

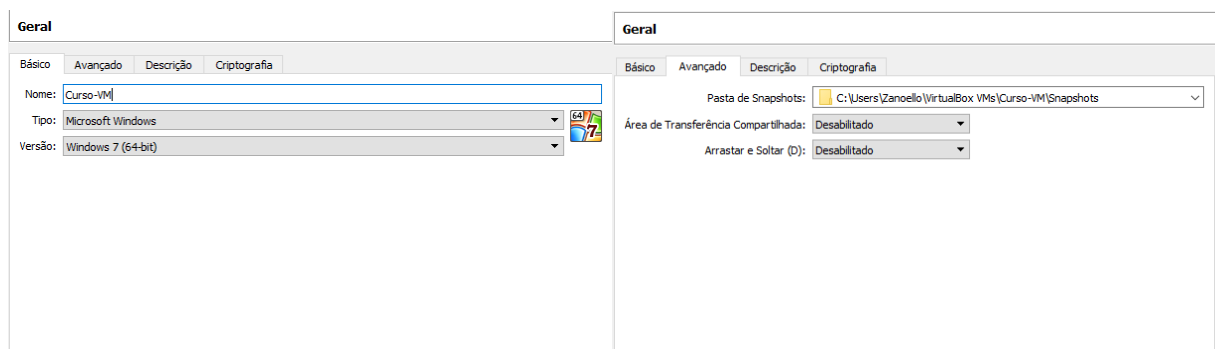
Na seção Geral, aba Básico, é possível modificar o nome da VM, o tipo de sistema operacional utilizado e sua versão.

Na aba Avançado é possível configurar a Pasta de Snapshots, na qual serão salvos os “momentos” da máquina virtual. Este recurso permite gravar um estado momentâneo da máquina

virtual que pode ser restaurado posteriormente, possibilitando que alterações malsucedidas sejam desfeitas sem que a VM seja prejudicada.

A configuração Área de Transferência Compartilhada, quando ativa em modo Bidirecional, permite realizar transferências de dados em memória do sistema hospedeiro (host) para o sistema convidado (VM) e vice-versa possibilitando o uso do recurso “recortar e colar” entre os dois sistemas. Os demais modos são restritivos do recurso para um ou outro sentido de uso.

O recurso Arrastar e Soltar funciona de forma similar ao mencionado anteriormente, porém trata do uso de dispositivo apontador (como o mouse por exemplo) para “agarrar” algum objeto em um sistema e “arrastar” esse objeto para o outro SO, semelhante ao “recortar e colar”.

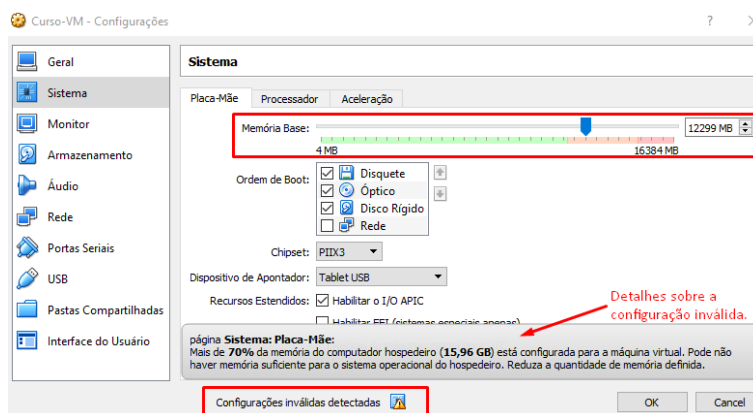


3.3.2 Sistema

Nesta seção entram-se as configurações mais relevantes para o desempenho da máquina virtual.

Na aba Placa-Mãe, encontra-se a configuração Memória Base, que diz respeito a memória que será compartilhada pelo hospedeiro com a máquina virtual. É importante observar o indicador tricolor (verde / laranja / vermelho) que indica os limites para o compartilhamento seguro da memória, sem prejuízo ao sistema hospedeiro.

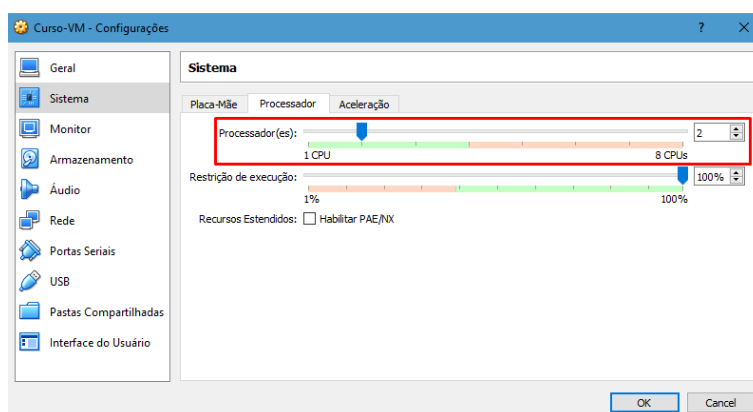
Caso o indicador verde seja ultrapassado, um alerta de “Configurações inválidas detectada” surge na parte inferior da janela de configuração. Este indicador surge sempre que uma configuração realizada possa causar problemas ao host ou a VM. Deixando o mouse sobre o alerta, uma barra explicativa surge trazendo detalhes sobre o problema encontrado.



Nesta mesma aba é apresentada a configuração de Ordem de Boot, que será importante no momento de instalar o sistema operacional da máquina virtual, sendo que a opção Óptico deve permanecer selecionada e acima da opção Disco Rígido.

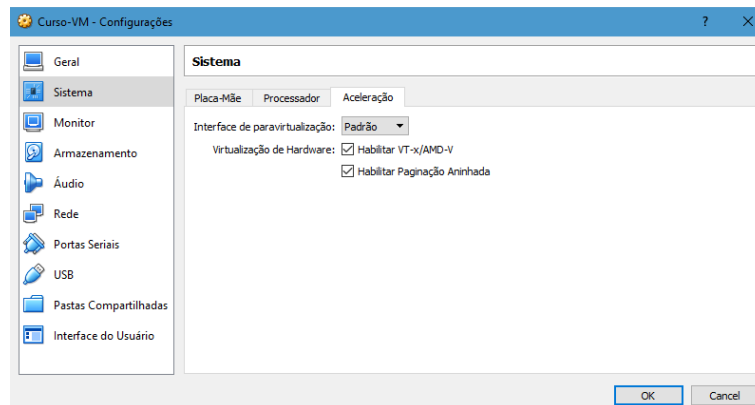
Para o uso no ambiente dos laboratórios de graduação, as demais configurações desta aba não devem ser alteradas.

Seguindo para a aba Processador, a configuração Processador(es) segue o mesmo princípio da configuração de Memória Base da aba anterior, sendo possível especificar o número de CPUs que o hospedeiro irá oferecer para a VM. O indicador bicolor (verde / vermelho) indica o limite de segurança que pode ser utilizado.



Para o uso no ambiente dos laboratórios de graduação, as demais configurações desta aba não devem ser alteradas.

Na aba Aceleração, é importante verificar se as opções correspondem a imagem abaixo, pois tratam-se de configurações que impactam diretamente no funcionamento da VM e necessitam ser configuradas dependendo do hospedeiro.



Para os laboratórios de graduação do ICMC, as configurações apresentadas na imagem são as ideias.

3.3.3 Monitor

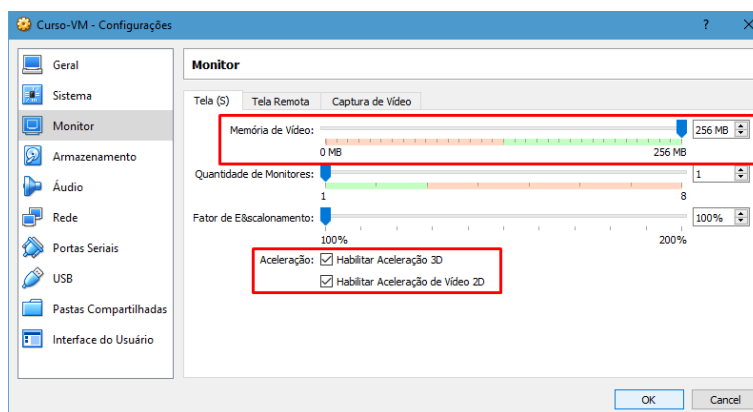
Na seção Monitor, a aba Tela (S) permite realizar as configurações referentes ao vídeo da máquina virtual.

A configuração “Memória de Vídeo” diz respeito a quanto de memória será disponibilizado para uso de exibição de vídeo na VM, sendo que valores mais altos permitem utilizar resoluções de vídeo maiores e gráficos mais fluidos.

A “Quantidade de Monitores” refere-se a quantos monitores serão exibidos para a VM, sendo o valor 1, o mais recomendado.

Em “Fator de Escalonamento”, é possível determinar a escala de exibição da saída de vídeo da VM em relação ao hospedeiro, sendo mais recomendável utilizar o valor de 100%.

Nas configurações de “Aceleração”, é determinado quais recursos de aceleração estarão disponíveis para a máquina virtual, observando que quanto mais recursos disponíveis, mais fluido tende a ser o resultado da saída de vídeo da VM.

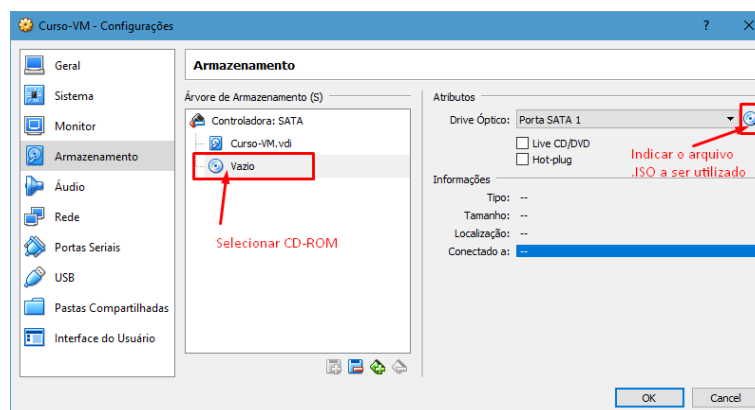


3.3.4 Armazenamento

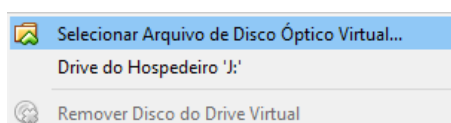
Nesta seção é possível realizar a adição, configuração e exclusão de dispositivos de armazenamento como Discos Rígidos e Discos Ópticos.

É aqui que se deve configurar qual será a imagem (ISO) que será utilizada para realizar a instalação do sistema operacional na máquina virtual.

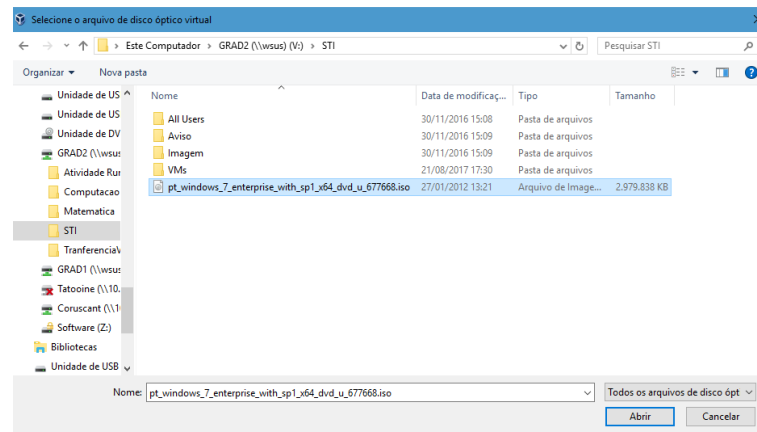
Selecionando o Disco Óptico na Árvore de Armazenamento (S), fica disponível na área a direita as configurações referentes a este dispositivo.



Ao lado da “combo box” do Drive Óptico, existe um botão com a representação da referida mídia, ao acionar esse botão surge um menu no qual é possível selecionar a opção “Arquivo de Disco Óptico Virtual”.



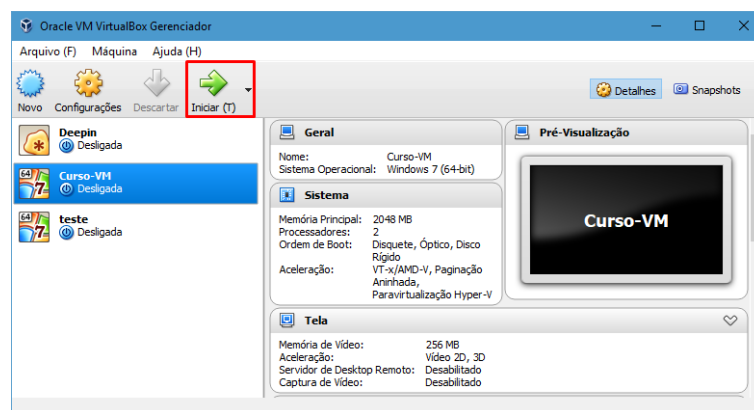
Surge então, uma janela de navegação do sistema de arquivos do hospedeiro, no qual deve-se indicar a mídia de instalação (ISO) do sistema operacional que se pretende instalar na máquina virtual.



Concluída essa etapa, a máquina virtual está pronta para ser iniciada. Em sua primeira inicialização, será realizado a instalação do seu sistema operacional através da imagem ISO indicada.

3.4 Instalação do Sistema Operacional na máquina virtual

Uma vez configurada a VM, basta que ela seja iniciada através do console do Oracle VM VirtualBox.



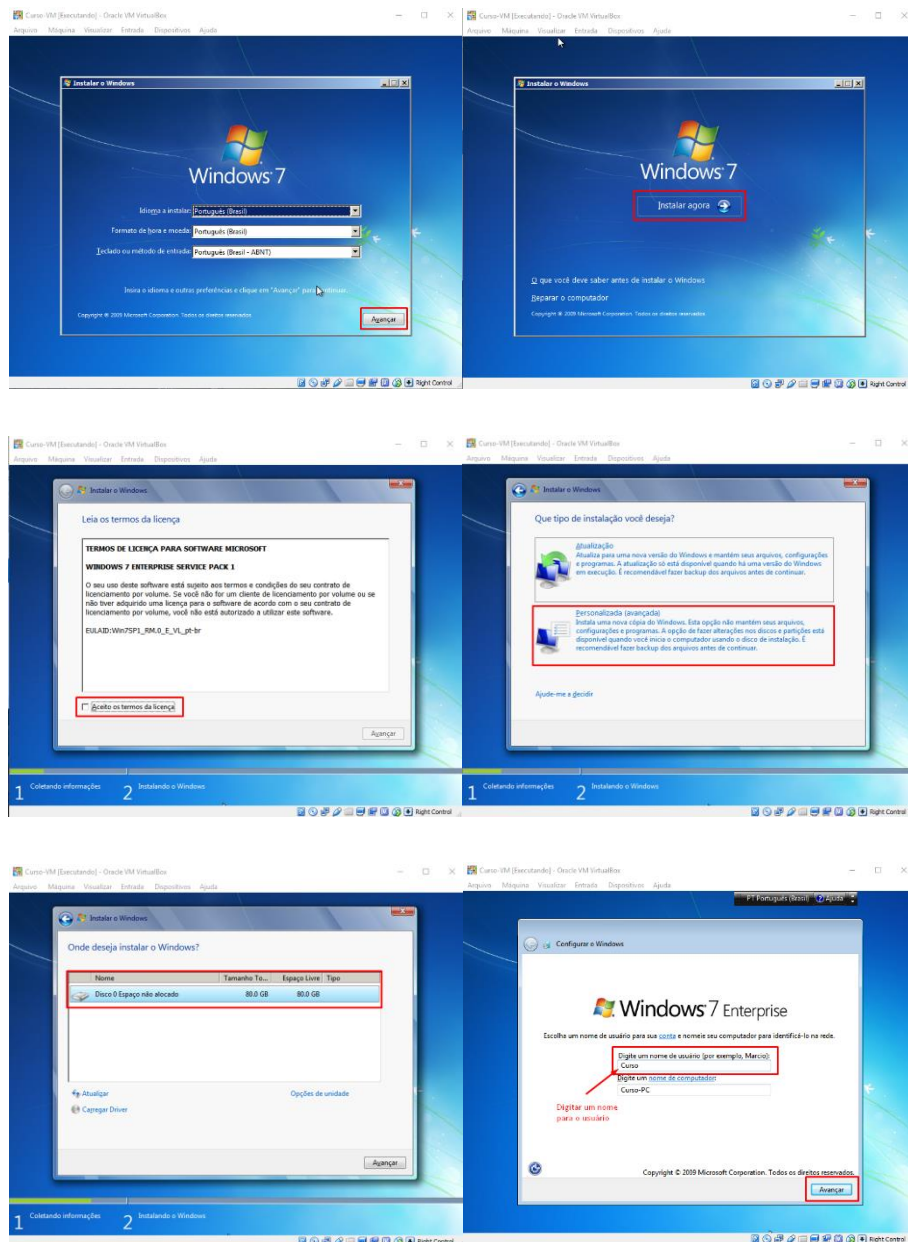
A partir desse momento a VM será iniciada e ocorrerá o boot através da imagem ISO do sistema operacional indicado.

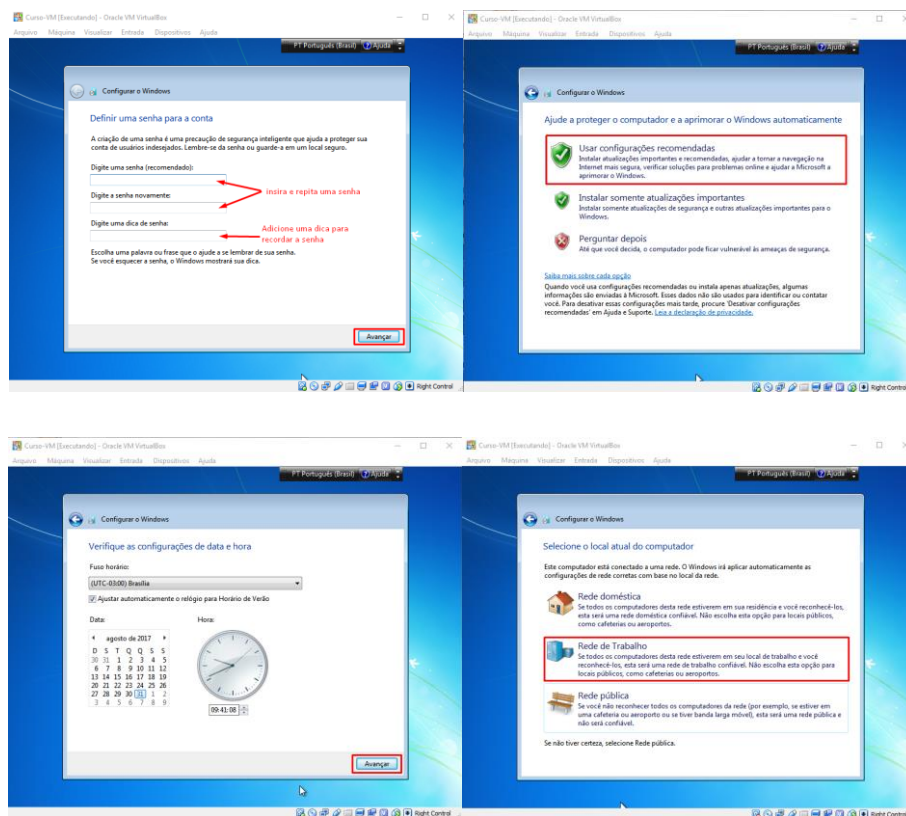
As informações, pertinentes a instalação, variam de acordo com o sistema operacional escolhido, para esse documento, foi adotado o Microsoft Windows 7 como referência.

3.4.1 Instalação do Microsoft Windows 7

Os passos de instalação do sistema operacional ocorrem na VM de maneira similar ao realizado em máquina física.

Será suprimida a explicação detalhada da instalação, uma vez que esta não alvo deste material.





3.5 Instalação dos Adicionais para Convidado

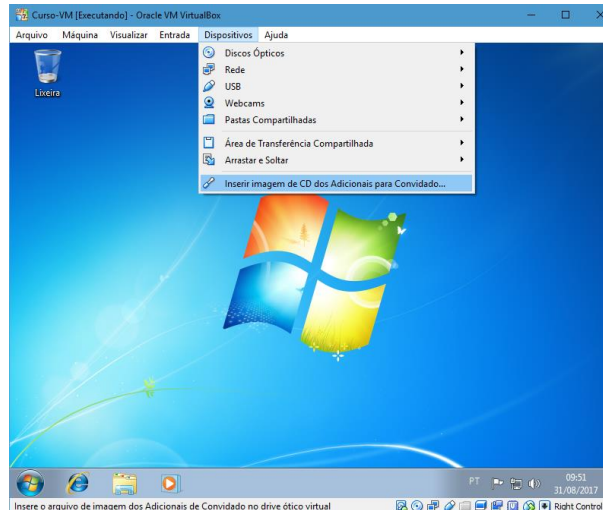
Os Adicionais para Convidado são um pacote de extensão contendo um conjunto de drivers específicos para o hardware virtualizado que melhoram consideravelmente o desempenho, ativam a função de ajuste automático da resolução quando a janela da VM é redimensionada, permite o uso do recurso de USB 3.0, Arrastar e Soltar, Área de Transferência Compartilhada, aceleração de vídeo, entre outros.

A instalação desse pacote é fundamental para que se tenha uma boa experiência de uso da máquina virtual. Ela é feita com a VM ligada e com o seu sistema operacional instalado e iniciado, sendo necessário ser administrador do SO da máquina virtual para realizar a tarefa.

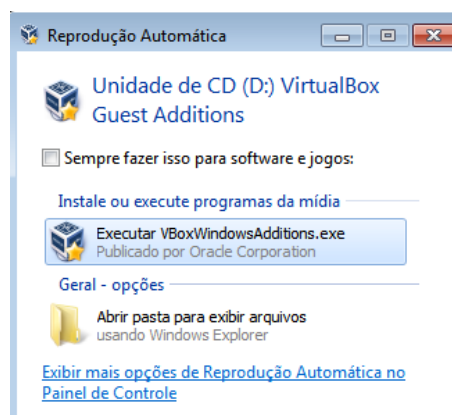
O procedimento de instalação varia para cada SO utilizado, mas os passos de instalação são similares ao uso de um aplicativo disponível em mídia óptica.

Para esse documento o Microsoft Windows 7 foi utilizado como exemplo.

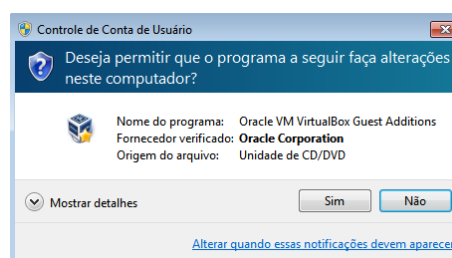
No menu da máquina virtual, deverá ser selecionado a opção Dispositivos, “Inserir imagem de CD dos Adicionais para Convidado...”.



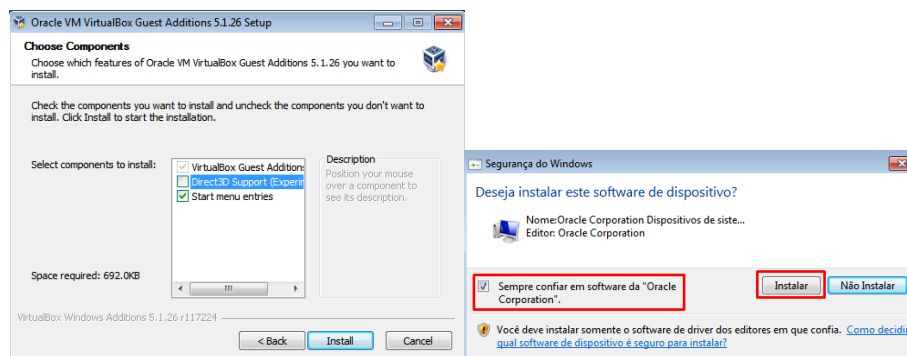
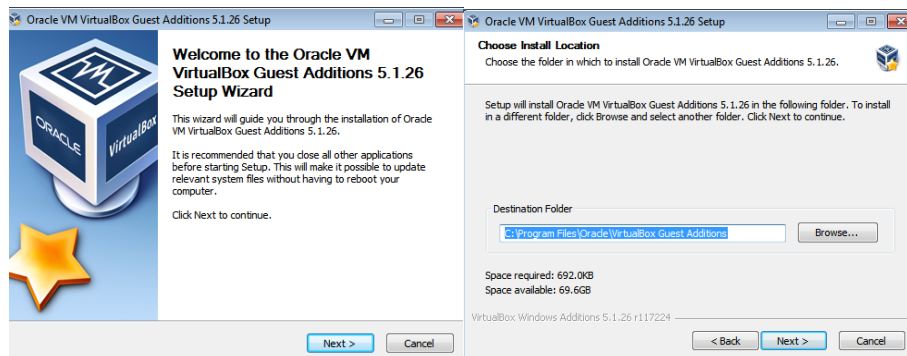
Surgirá a caixa de Reprodução Automática, porém caso ela não apareça, o conteúdo poderá ser acessado através do explorador de arquivos, referenciado na unidade de CD-ROM.



Como o pacote instala drivers no sistema operacional da máquina virtual, é necessário confirmar o uso de permissões administrativas.



Os passos de instalação são bem simples e intuitivos, embora variem para cada tipo de sistema operacional instalado.



Por tratar-se de instalação de drivers, a reinicialização de máquina virtual é necessária para que as alterações entrem em vigor.

Após a reinicialização, a máquina virtual está pronta para ser utilizada.

4. Criando um Appliance para distribuição

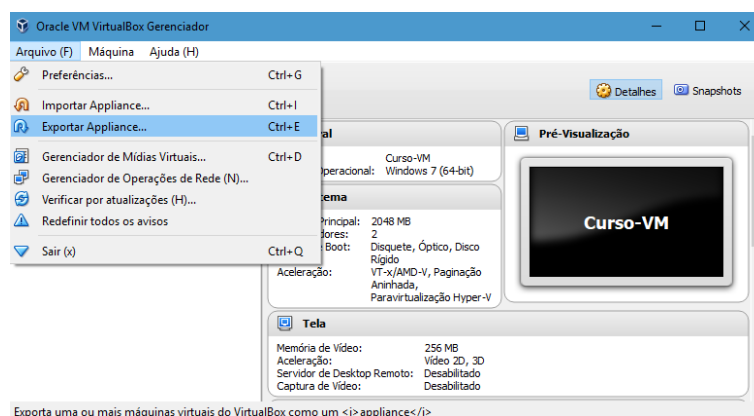
O Appliance, nada mais é que uma “imagem” comprimida da máquina virtual, que facilita o processo de distribuição da VM para outros usuários, evitando-se a necessidade de repetir todos os passos de instalação e configuração da máquina virtual.

Uma vez que a máquina virtual foi preparada, contendo todos os softwares e configurações necessários, ao se gerar um Appliance dessa VM, fica garantido que o ambiente entregue a outro usuário é exatamente o mesmo que foi preparado e testado anteriormente.

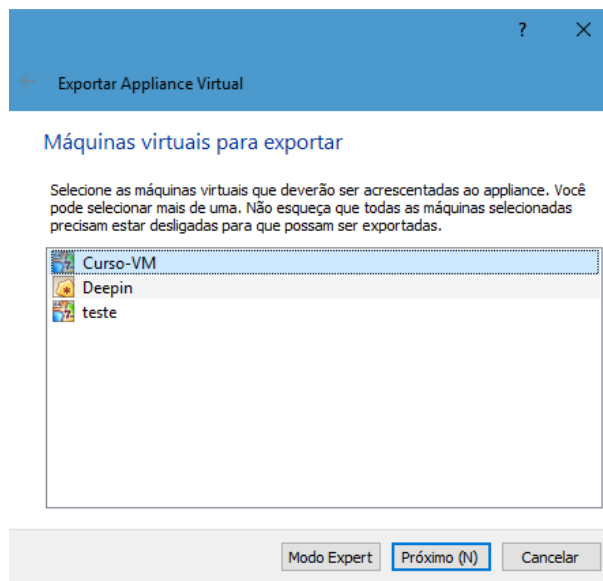
Este recurso é especialmente útil na preparação de ambientes para aulas e cursos envolvendo recursos computacionais.

A criação de um Appliance através do Oracle VM VirtualBox é bem simples e intuitiva, como pode ser constatado a seguir.

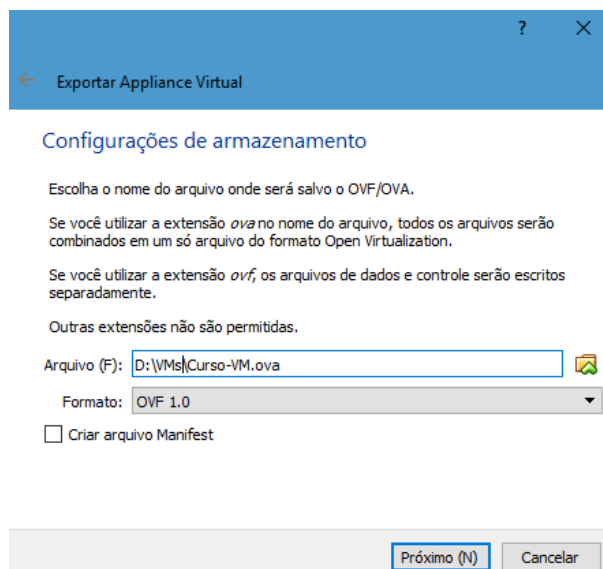
Através do menu “Arquivo (F)”, na opção “Exportar Appliance...” encontra-se o assistente de exportação.



Na primeira janela apresentada pelo assistente, será selecionada a máquina virtual a ser utilizada para criação do Appliance.



A seguir, será selecionado o local onde será armazenado o arquivo do “Appliance” gerado contendo o empacotamento da VM.



A tela final do assistente, traz a possibilidade de acrescentar mais informações sobre a VM que será exportada. Estas informações podem ser úteis para aquele que irá importar a máquina virtual posteriormente, mas seu preenchimento não é obrigatório.

Exportar Appliance Virtual

Configurações do Appliance

Esta é a informação descritiva que será acrescentada ao appliance virtual. Você pode alterá-la dando um duplo clique em cada campo.

Descrição	Configuração
Sistema Virtual 1	
Nome	Curso-VM
Produto	
URL do Produto	
Fabricante	
URL do Fabricante	
Versão	
Descrição	
Licença	

Restaurar Valores Padrão Exportar Cancelar

O tempo de conclusão no processo de empacotamento da máquina virtual é longo e varia de acordo com o conteúdo presente na VM, mas uma vez criado o arquivo “.OVA”, basta copia-lo em um dispositivo de armazenamento móvel ou disponibiliza-lo para “download”.

O processo de importação da “Appliance” é similar ao de exportação e não será tratado neste documento.

Conclusão

Com o advento da tecnologia de virtualização e a redução no custo de equipamentos mais robustos capazes de dar suporte a esta tecnologia, o uso de máquinas virtuais para ambientes de laboratórios de informática tem se tornado cada vez mais comum, uma vez que a ferramenta permite ao ministrante prepara o ambiente que irá utilizar com todos os recursos que irá necessitar, além de possibilitar a homologação desse ambiente e a garantia de que ele será disponibilizado de forma homogênea a seu auditório.

A possibilidade de personalização do ambiente e o controle oferecido através do acesso a administração do sistema operacional da máquina virtual também são grandes atrativos, pois permitem que mudanças sejam feitas pelo próprio ministrante e seu público durante a execução da atividade, sem a intervenção de terceiros, o que flexibiliza e proporciona agilidade a atividade que está sendo executada.

A pluralidade de sistemas operacionais disponíveis para o uso com as máquinas virtuais permite a utilização de qualquer software, sem as comuns restrições que ocorrem devido ao tipo de sistema operacional que se encontra disponível no laboratório, permitindo criar um ambiente idêntico ao que o ministrante está acostumado a lidar rotineiramente, evitando assim os contratempos comuns que decorrem de um ambiente diferente daquele para o qual a atividade foi preparada.

A própria preparação do laboratório torna-se mais rápida e precisa, pois não há riscos de que algum software deixe de ser instalado ou seja mal configurado, além disso a distribuição da VM pode ser realizada sem a intervenção direta no ambiente dos laboratórios possibilitando que a mesma seja feita de forma concorrente ao uso, o que reduz a indisponibilidade das salas.

Portando, é recomendável que cada ministrante prepare seu próprio ambiente e o entregue já pronto para a distribuição, pois isso reduz a ocorrência de contratempos durante a atividade e possibilita que correções sejam aplicadas durante o processo, sem maiores interrupções.

Bibliografia

RAMOS, Leandro. **Virtualização**. Disponível em: <

<http://professorramos.com/index.php/categoria/aulas/sistema-operacional/virtualizacao/>>.

Acesso em: 31 Ago. 2017.

ORACLE CORPORATION. **Oracle VM VirtualBox. Oracle Data Sheet**. Disponível em: <

<http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/oraclevm/oracle-vm-virtualbox-ds-1655169.pdf>>. Acesso em: 31 Ago. 2017.

ORACLE CORPORATION. **Oracle VM VirtualBox. User Manual**. Disponível em:

<<https://www.virtualbox.org/manual/UserManual.html>>. Acesso em: 31 Ago. 2017.

DUARTE, OTTO. **Universidade Federal do Rio de Janeiro. Trabalho de Redes de Computadores I**.

Disponível em: <https://www.gta.ufri.br/grad/09_1/versao-final/virtualizacao/index.html>.

Acesso em: 31 Ago. 2017.

VMWARE. **Virtualization**. Disponível em:

<<https://www.vmware.com/br/solutions/virtualization.html>>. Acesso em: 31 Ago. 2017.