

Cap. 6

Hardware Virtual

TECNOLOGIAS DE VIRTUALIZAÇÃO
ENGENHARIA INFORMÁTICA
WWW.IPLEIRIA.PT

Cap. 6 – Hardware virtual

- CPU virtual
- Memória virtual
- Storage virtual
- Rede virtual

CPU virtual

- vCPU: processador virtual
- pCPU: processador físico (physical CPU)

CPU virtual - Oversubscription

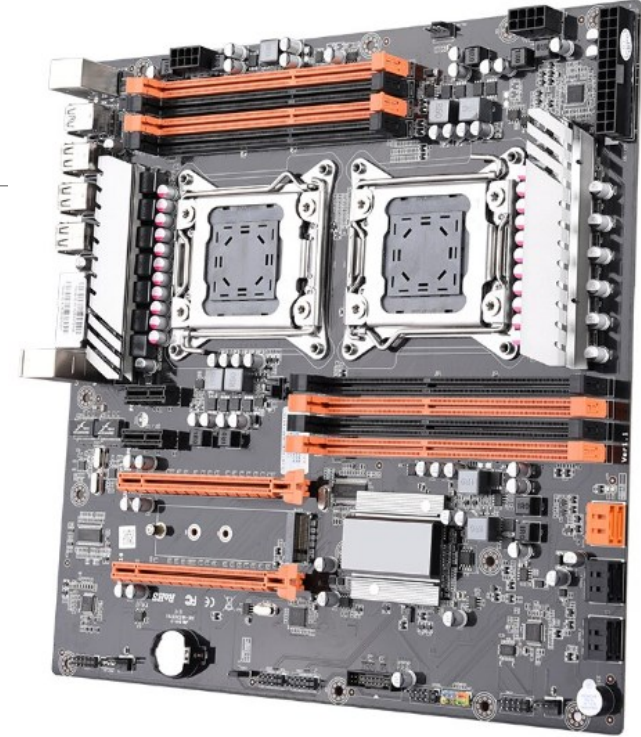
- Oversubscription: quando se alocam mais vCPUs que a quantidade de pCPUs disponíveis (cores, Hyper-threading)
- Isto pode tornar mais lentos os vCPUs

CPU virtual - Oversubscription

- A Oversubscription pode ser uma boa solução de curto prazo
- Deve-se tentar ter um número total de vCPUs aproximadamente igual ou inferior ao número de pCPUs.
- Alguns hypervisores permitem atribuir prioridades diferentes aos vCPUs.

CPU hot-plugging

- Num computador físico, suportar CPU hot-plugging significaria que um CPU poderia ser encaixado ou removido com a máquina ligada
- Com a virtualização, os SO de servidores modernos passaram a suportar esta possibilidade



CPU hot-plugging - VirtualBox

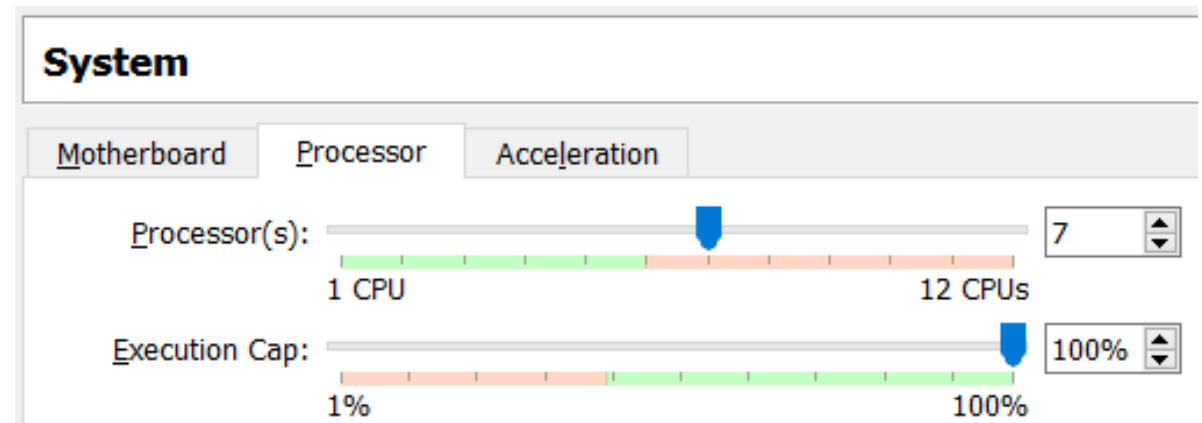
- O VirtualBox suporta CPU hot-plugging para os SO guest Linux e Windows
- Com guest Windows suporta apenas hot-add
- Com guest Linux suporta hot-add e hot-remove

- Para utilizar mais que um vCPU na VM é necessário suporte de virtualização em hardware no host
- Uma VM **Linux de 32 bits** suporta no máximo 8 vCPUs

CPU hot-plugging - VirtualBox

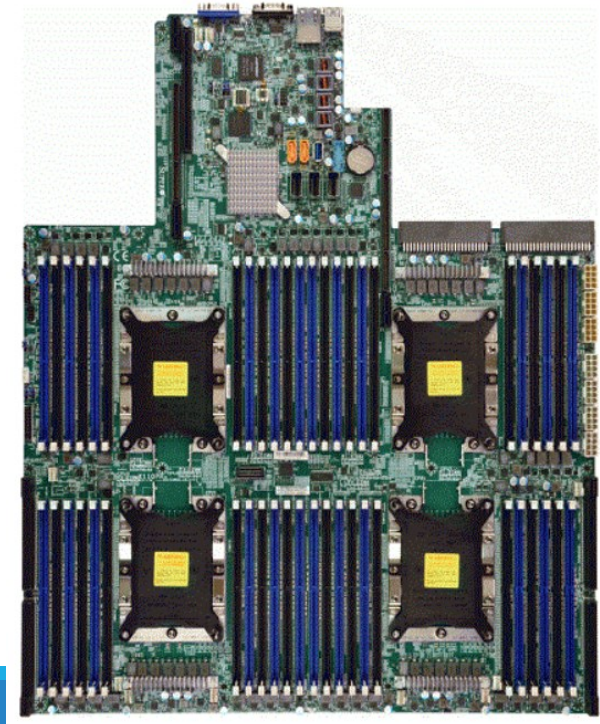
- O nº de vCPU que o VirtualBox permite atribuir à VM corresponde ao dobro de cores no CPU do host (cores reais, sem hyperthreads), até um máximo de 32
- No entanto, utilizar mais vCPU que o nº de cores do host vai degradar o desempenho da VM
- Execution cap: limita a % de tempo que um core do host passa a emular um vCPU (100% por omissão)

hexa core CPU host:



CPU hot-plugging - VirtualBox

- Para utilizar o CPU hot-plugging é necessário primeiro ativar a funcionalidade
 - `$ VBoxManage modifyvm VM-name --cpuhotplug on`
- Especificar o máximo de vCPU que a VM pode ter:
 - `$ VBoxManage modifyvm VM-name --cpus 8`



CPU hot-plugging - VirtualBox

- O vCPU 0 nunca pode ser removido
- Com a **VM desligada**, pode adicionar ou remover um determinado vCPU:
 - \$ VBoxManage **modifyvm** VM-name --plugcpu 3
 - \$ VBoxManage modifyvm VM-name --unplugcpu 3
- Com a **VM ligada**, pode adicionar ou remover um determinado vCPU:
 - \$ VBoxManage **controlvm** VM-name --plugcpu 3
 - \$ VBoxManage controlvm VM-name --unplugcpu 3

CPU hot-plugging - VirtualBox

- Num guest Linux:
 - Para evitar ejetar um vCPU em utilização, o mesmo tem que ser primeiro ejetado dentro do guest
 - As guest additions do Linux captam eventos host-remove e ejetam o vCPU
 - Da mesma forma, um vCPU adicionado à VM não é utilizado automaticamente pelo Linux. As guest additions tratam depois disso.
 - Se as guest additions não estão instaladas pode ativar-se depois o vCPU manualmente:
 - `$ echo 1 > /sys/devices/system/cpu/cpu<id>/online`

Cap. 6 – Hardware virtual

- CPU virtual
- **Memória virtual**
- Storage virtual
- Rede virtual

Memória virtual

- Memória nas VMs
- O hypervisor fornece acesso à memória a todos os guests
- Cada VM recebe uma fatia de memória física no host

Memória virtual

- Todos os hypervisors permitem definir um valor fixo de memória para a VM
- Muitos hypervisors permitem definir uma gama entre um valor mínimo e um valor máximo.
 - Quando o guest começa a ficar sem memória livre, o hypervisor aloca mais memória até ao limite máximo definido
- Para reduzir a quantidade de memória de uma VM, é normalmente necessário desligar primeiro a VM

Memória virtual - Ballooning

- O hypervisor poderá também recuperar memória dos guests quando o host está a ficar sem memória.
- Com as guest additions é possível fazer memory ballooning, permitindo que a memória que tinha sido alocada a uma VM que está em execução, possa ser atribuída a outra VM
- Ballooning – processo existente nos hypervisores para evitar a perda de dados
- Um pequeno programa é inserido na memória do guest
- Esse programa cresce então na memória, como um balão que se enche

Memória virtual - Ballooning

- Toda a memória usada pelo balão pode ser recuperada pelo hypervisor
- O hypervisor tem a certeza que a memória usada pelo balão não contém dados importantes.

Memória virtual - Ballooning

- A longo prazo deve reduzir-se a quantidade de ballooning numa máquina
- Este processo tem sempre algum overhead associado e pode tornar o hypervisor mais lento
- O melhor é adicionar memória física ao host, para reduzir a quantidade de ballooning necessária

Memória virtual - Ballooning

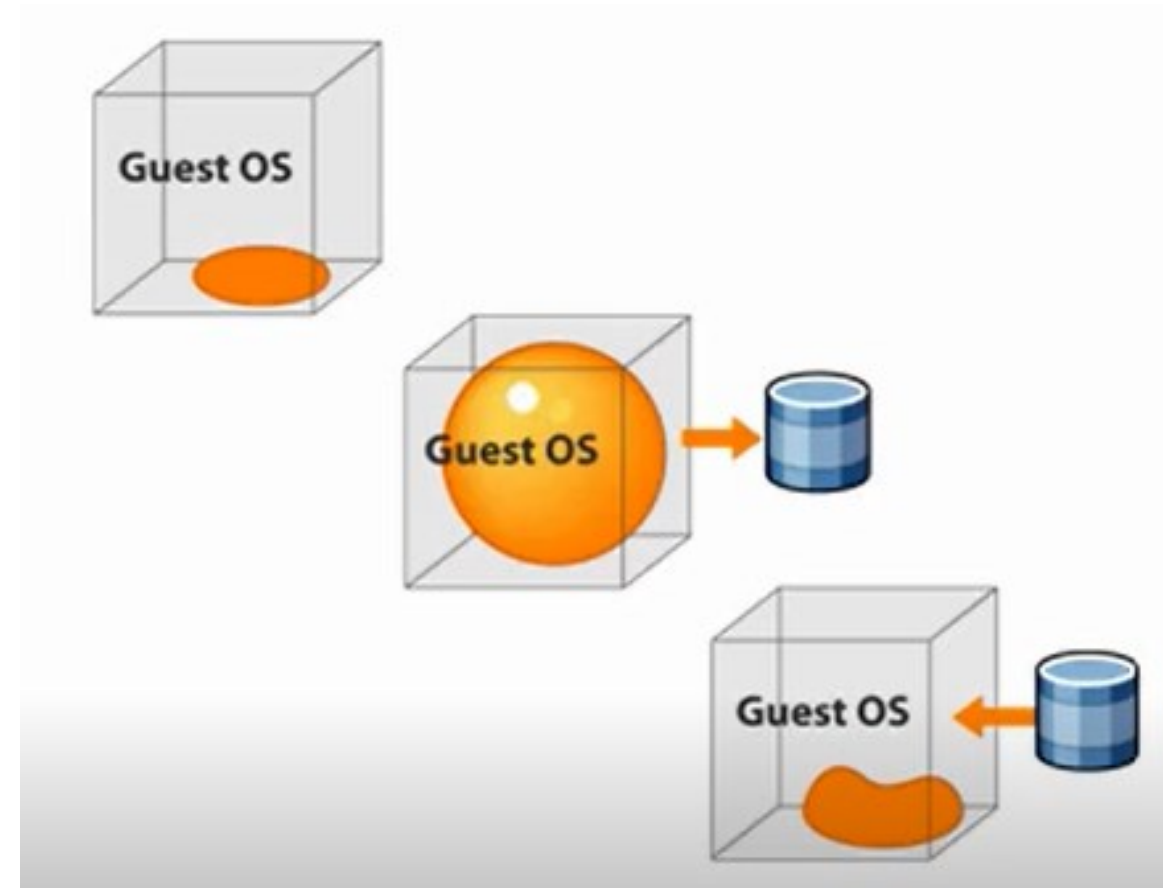
- No VirtualBox o ballooning só é suportado por linha de comando (<n> MB):
 - `VBoxManage controlvm "VM name" guestmemoryballoon <n>`
- Utilizar `modifyvm` em vez de `controlvm` se se pretender a utilização do balão de forma permanente

Memória virtual – Ballooning - VMware

- Quando a memória no host começa a escassear
- Mecanismo que reclama memória do Guest OS
- Requer as VMware Tools
- A VM corre o processo vmmemctl (VM memory control)
- O VBoxWatchdog é o serviço que gere o ballooning configurado nas VM

Memória virtual – Ballooning - VMware

- O vmmemctl envia páginas antigas da VM para disco e enche o balão para ocupar esse espaço, não permitindo que a VM o reutilize
- Essas páginas vão para uma área de memória partilhada por todas as VMs



Libertar RAM - VirtualBox

- VM ligada com 1 GB de RAM
 - > VBoxManage controlvm "Windows10" guestmemoryballoon 700
 - > VBoxManage controlvm "Windows10" guestmemoryballoon 0

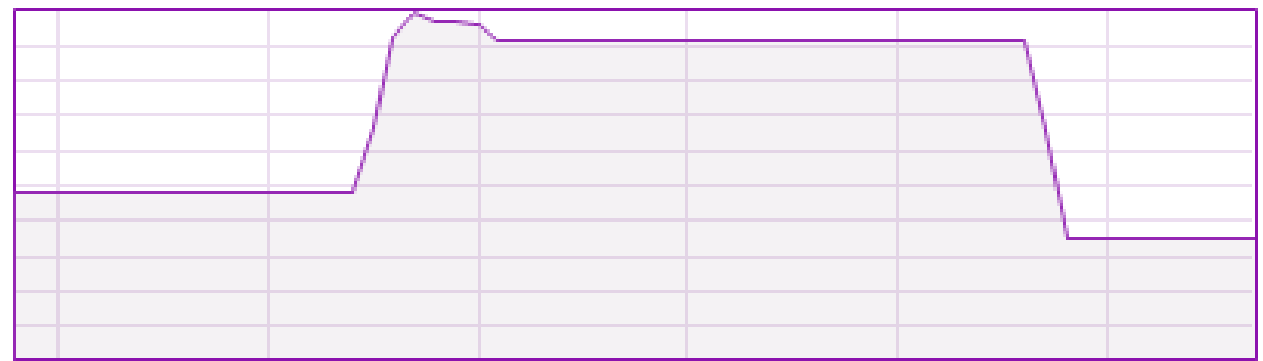
Gestor de tarefas do Guest:

Memory

1.0 GB

Memory usage

1.0 GB



60 seconds

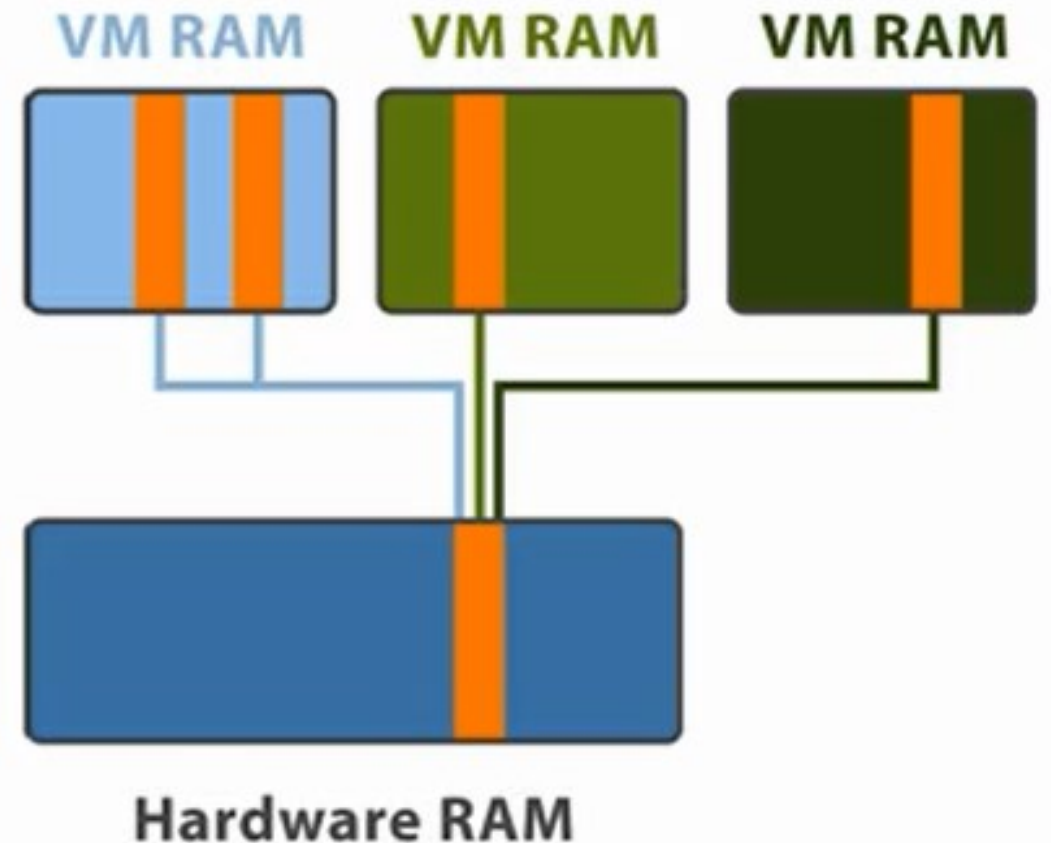
0

Libertar RAM - VirtualBox

- Duas VM Windows com 3 GB de RAM cada
- Iniciar VM1 (consome 3 GB do host)
- Fazer ballooning de 2000 MB nesta VM (disponíveis para próximas VMs)
 - Consumo no host mantém-se em 3 GB
- Iniciar depois a VM2
 - As VMs consomem apenas 4 GB de RAM no host (1 GB + 2 GB + 1 GB)
 - A VM2 utiliza 2 GB do balão da VM1
- Repor ballooning de 0 MB na VM1
 - A VM1 vai alocar mais 2 GB (consumo total de 6 GB no host)

Memória – Transparent Page Sharing

- A tecnologia TPS permite que várias VMs partilhem a mesma página de memória.
- Eliminam-se assim cópias redundantes de páginas (normalmente 4 KB)
- Isto permite usar mais memória que aquela que realmente se tem.
- O TPS funciona melhor quando existem várias VMs similares no mesmo host (com o mesmo SO)



Memória – Transparent Page Sharing

- Normalmente o host só recorre a esta técnica em situação de overcommitment da memória
- Sistemas de virtualização de memória assistidos por hardware: Intel EPT e AMD RVI
- No VirtualBox a partilha de páginas chama-se Page Fusion. Só suporta guests Windows e não suporta hosts Mac OS X.

Memória – Partilha de páginas

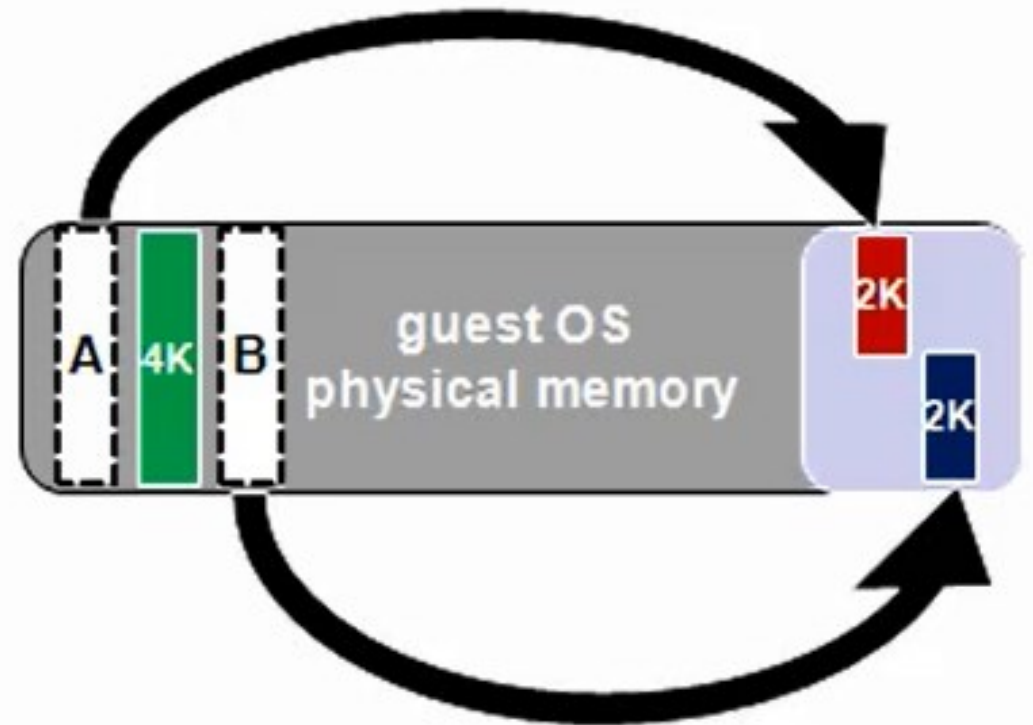
- Na técnica tradicional de partilha de páginas, o hypervisor calcula checksums (hashes) para todas as páginas da memória
- Só as páginas com o mesmo hash poderão ser iguais. Este é um processo demorado e com overhead considerável de utilização de CPU
- E quando uma página partilhada é escrita por uma VM, é preciso realocar uma nova cópia da página (mais overhead)

Memória – Partilha de páginas

- Novas técnicas utilizam as tools ou additions para identificar páginas mais prováveis de serem iguais entre VMs
- Pode assim poupar-se memória quase de forma imediata e com muito baixo overhead
- O VirtualBox utiliza esta técnica. Comando para ativar o Page Fusion numa VM:
`VBoxManage modifyvm "VM name" --pagefusion on`
- Para acompanhar quantas páginas estão partilhadas no host ou numa VM:
`VBoxManage metrics query "VM name" RAM/VMM/Shared, Guest/RAM/Usage/Shared`

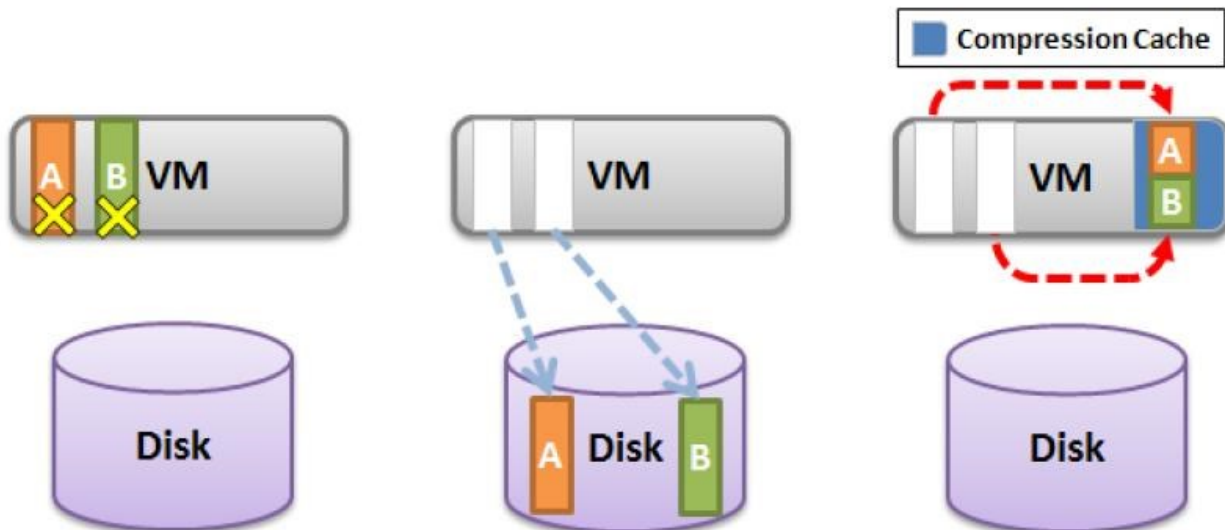
Memória virtual – Compressão - VMware

- Quando a memória no host começa a escassear
- Algumas páginas que podem ser comprimidas a 50% ou mais são guardadas numa cache em memória vez de irem para swap



Memória virtual – swap

- Depois da compressão, se ainda for precisa mais memória, recorre-se ao swap
- Mas uso excessivo afeta o desempenho



Alterar RAM e CPU

	RAM			Alterar CPUs	
	Reduzir		Aumentar	Quantidade	Alterar Prioridade
	Settings	Ballooning			
Vmware Workstation (Player + Pro)	VM off	---	VM On!!	VM off	---
Virtual box	VM off	Utilizar ballooning para ceder RAM a outras VMs Virtual Box. O SO da VM continua a ver toda a sua RAM, mas não consegue utilizar o balão, que pode então ser utilizado por outras VMs VirtualBox	VM off	VM On!! Windows só hot-add	Com VM On!!, Alterar Excecuion Cap %
Hyper-V	VM On!! Ballooning automático.		VM On!!	VM-Off	Com VM On!!, Alterar % Reserva, % Limite e peso relativo
VMware ESXi	Reduzir: VM off	Automático	VM On!! se opção "Memory Hot Plug" ativa nas Settings	Com VM On!!, Alterar nº de CPUs (cores per socket: VM off).	Com VM On!!, Alterar Reservation Hz, Limit Hz e Shares
	VM On!!, Alterar Reservation MB, Limit MB e Shares				
Citrix XenServer	VM off	Automático com o Dynamic Memory Control (DMC)	VM off	VM-Off	VM-Off

Cap. 6 – Hardware virtual

- CPU virtual
- Memória virtual
- **Storage virtual**
- Rede virtual

Storage virtual

- Storage virtual:
 - Tipos de ficheiros usados na virtualização
 - Sistemas de ficheiros dos discos físicos nos hosts

Storage virtual

- O hypervisor redireciona os acessos do guest a disco para o ficheiro imagem (image file, disco virtual)
- Embora a capacidade do disco virtual seja especificada na criação do disco, esta pode ser expandida posteriormente, mesmo que já tenha dados.
- Duas opções para criar um disco virtual:
 - fixed-size: demora mais tempo a criar
 - dynamically allocated: começa muito pequeno e vai crescendo até ao limite indicado, cada vez que um setor é escrito pela primeira vez; as operações de escrita que levam ao crescimento do disco são mais lentas

Storage virtual

- Tipos de ficheiros imagem mais comuns:
 - VDI - virtual disk image, VirtualBox
 - VHD, VHDX - virtual hard disk, Hyper-V
 - VHDX surgiu com o WServer2012, permite maior capacidade, melhor desempenho e proteção contra corrupção de ficheiros
 - VMDK - Virtual Machine Disk – Open format
 - Desenvolvido pela Vmware para os seus produtos, passou a open format e é um dos formatos de disco usado pelos OVF
 - HDD - Hard Disk Drive - Parallels Desktop
- Existem ferramentas que convertem um tipo de ficheiro para outro

Storage virtual – Sistemas de ficheiros

- Alguns dos sistemas de ficheiros utilizados para guardar os ficheiros das VMs:
 - VMFS - virtual machine file system
 - NFS - network file system
 - NTFS - New technology file system
 - RDM - raw device mapping

Storage virtual

- A maioria dos hypervisors suporta acesso ao storage local
- Com várias VMs a tentar aceder simultaneamente ao storage local do host, vão existir problemas de desempenho. É necessário utilizar storage de rede (SAN ou NAS)
- Um dos pontos de desempenho mais importantes num sistema virtual é o throughput do disco e do sistema de storage

Cap. 6 – Hardware virtual

- CPU virtual
- Memória virtual
- Storage virtual
- **Rede virtual**

Rede virtual – switch virtual

- Switch virtual
- Tem a mesma funcionalidade que um switch físico, mas apenas existe na memória do computador
- Quando as VMs comunicam com o exterior, o tráfego é enviado pela NIC física do host.
- Na rede física o tráfego das VMs não se distingue do das máquinas físicas

Cap. 6 – Hardware virtual

- CPU virtual
- Memória virtual
- Storage virtual
- Rede virtual

Apoio à Prática – Open Virtualization Format

TECNOLOGIAS DE VIRTUALIZAÇÃO
ENGENHARIA INFORMÁTICA
WWW.IPLEIRIA.PT

Open Virtualization Format

- Open Virtualization Format (OVF) specification
- Forma normalizada de representar os metadados de uma VM
- Norma da Virtualization Management Initiative (VMAN): projeto da Distributed Management Task Force (DMTF)
- Este formato permite a criação e utilização de VMs dispensando formatos proprietários, facilitando a passagem de VMs de uma plataforma para outra

Open Virtualization Format

- Metadados de uma VM:
 - Nome da VM
 - Memória configurada
 - CPU
 - Rede
 - Parâmetros de Storage
 - Outras definições da VM



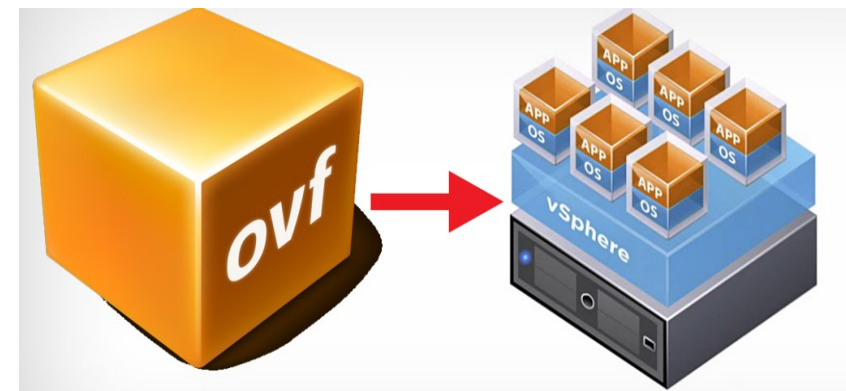
Open Virtualization Format

(Metadados de uma VM)

- O OVF permite ainda ao fornecedor da virtual appliance adicionar:
 - um EULA
 - comentários acerca da VM,
 - parâmetros de arranque,
 - requisitos mínimos,
 - ...

Open Virtualization Format

- O OVF não está limitado a uma única VM, podendo descrever várias VMs e a sua relação
- Estas VMs podem constituir assim uma suite de virtual appliances.
- Há ainda a possibilidade de encriptação, compressão e assinatura digital do conteúdo

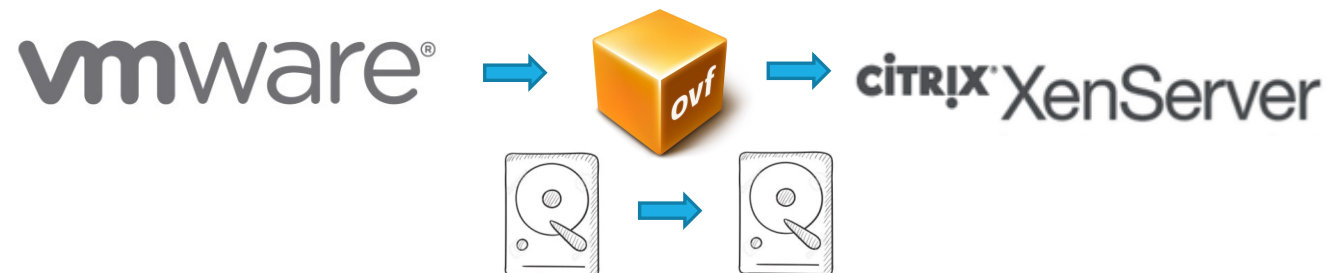


Open Virtualization Format

- O OVF **não** é uma especificação que descreve um disco virtual
- Para importar um OVF pode ser necessário converter os discos virtuais para um formato compatível com o hypervisor recetor

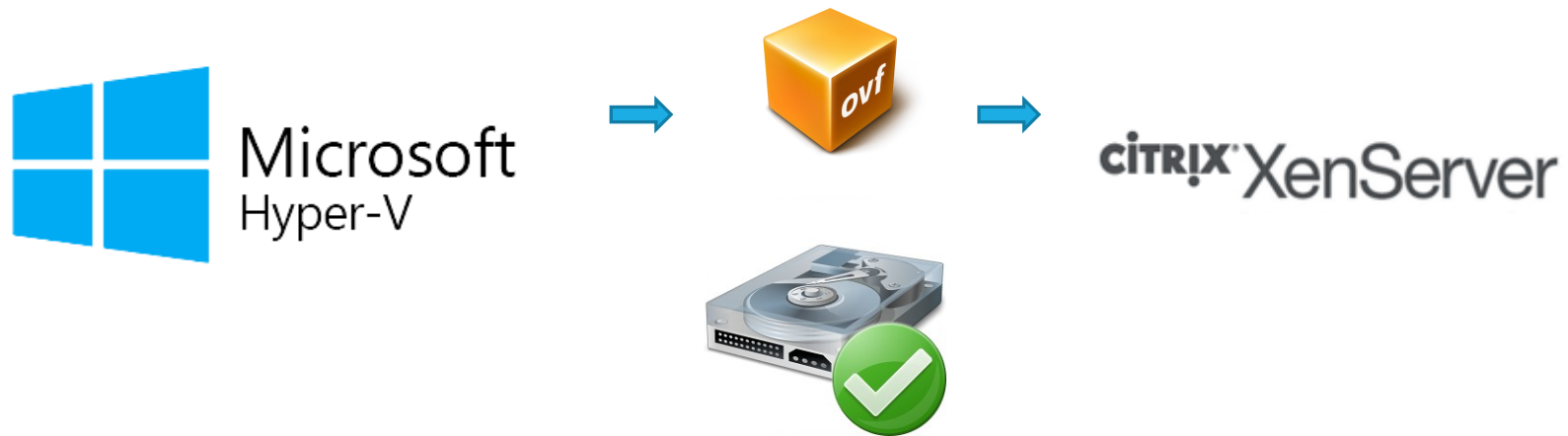
Open Virtualization Format

- Exemplo1: importar no Citrix um OVF produzido em VMware, que inclui um disco VMDK
 - converter primeiro o disco VMDK para um formato compatível com o Citrix
- Ferramenta XenConvert trata da conversão dos discos na importação de conteúdo VMware OVF/VMDK para um ambiente Citrix



Open Virtualization Format

- Se a fonte do OVF é o Hyper-V da Microsoft, não é necessária conversão do disco, pois o XenServer suporta de forma nativa o formato VHD



Open Virtualization Format

- Exemplo2: importar no VMware um OVF produzido em XenServer, que inclui um disco VHD
 - converter primeiro o disco VHD para um formato compatível com o VMware
- Ferramentas VMware ou VBoxManage (VirtualBox !)

Open Virtualization Format

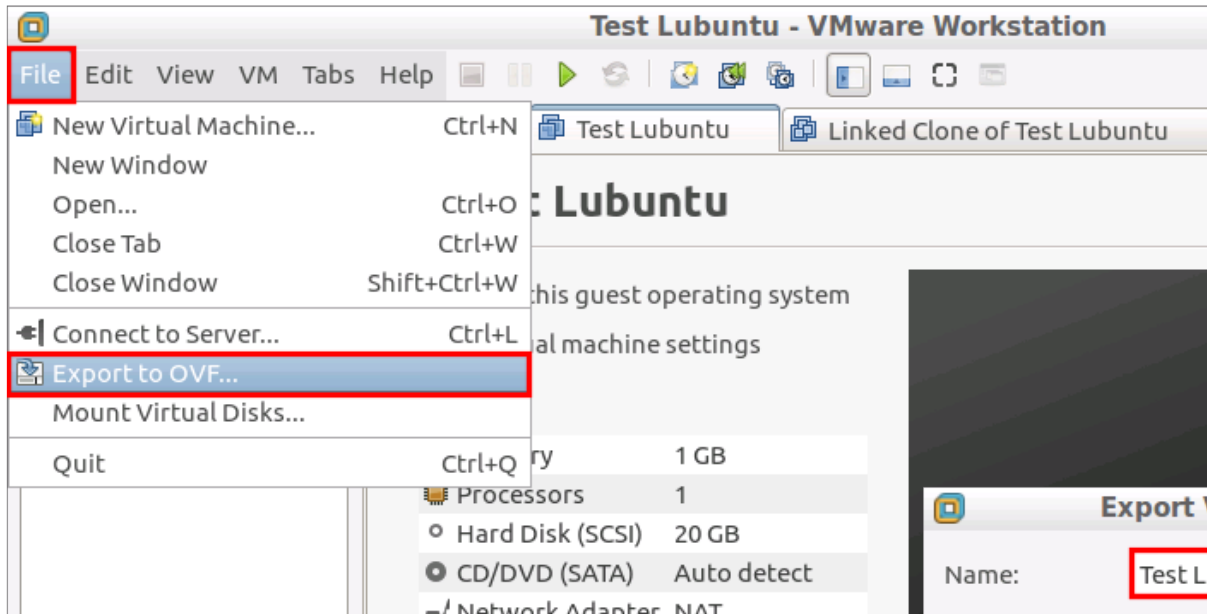
- O OVF é um conjunto de ficheiros
- Um dos ficheiros é um documento XML com extensão .ovf que contém os metadados de descrição da VM (ou VMs)
- Acompanha o ficheiro .ovf um ou mais discos virtuais (.vhd para Citrix, .vmdk para VMware, ...)
- O ficheiro .ovf descreve a localização dos discos



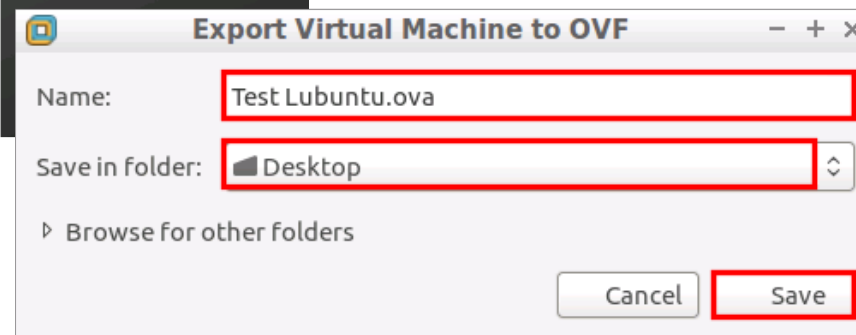
Open Virtualization Format

- A norma OVF define 2 maneiras de agrupar os ficheiros:
 - Pacote OVF: grupo de ficheiros numa mesma pasta
 - Pacote OVA (Open Virtualization Appliance) package: ficheiro arquivo único com os vários ficheiros no formato TapeARchive (TAR)

VMware Workstation Pro - OVF



- Escolher exportação para OVF(pasta com ficheiros) ou OVA (um só ficheiro arquivo)



Open Virtualization Format

- Formato XVA: descritor de metadados proprietário do Citrix
- O formato OVF é o sucessor natural do XVA
- Utilizar o XenConvert para converter XVA numa combinação OVF + VHD

Microsoft Hyper-V

- O Hyper-V não suporta o formato OVF diretamente
- É necessário utilizar o Virtual Machine Manager (VMM) do System Center
- Pode também ser necessário utilizar o Microsoft Virtual Machine Converter (MVMC), para converter o disco (e.g. VMDK) para VHD.
- É possível exportar / importar em formato próprio entre hosts Hyper-V
- Utilizar este mecanismo também para clonagem de VMs

Apoio à Prática – VBoxManage

TECNOLOGIAS DE VIRTUALIZAÇÃO
ENGENHARIA INFORMÁTICA
WWW.IPLEIRIA.PT

VBoxManage

- VBoxManage: interface de linha de comando com o VirtualBox
- Permite controlo total do VirtualBox a partir da linha de comando do host
- Suporta todas as funcionalidades da interface gráfica:
 - arrancar, criar, modificar, ... VMs
 - e muitas mais (incluindo algumas experimentais avançadas)!

VBoxManage - Conversão de discos

- VMDK -> VDI

```
C:\> VBoxManage clonehd foo.vmdk foo.vdi --format VDI
```

- VMDK -> RAW

```
C:\> VBoxManage clonehd foo.vmdk foo.img --format RAW
```

- RAW -> VMDK

```
C:\> VBoxManage convertdd foo.img foo.vmdk --format VMDK
```

VBoxManage - Conversão de discos

- Novos nomes para os comandos de conversão:

- clonehd -> clonemedium
- convertdd -> convertfromraw

- VMDK -> RAW

```
C:\> VBoxManage clonemedium foo.vmdk foo.img --format RAW
```

- RAW -> VMDK

```
C:\> VBoxManage convertfromraw foo.img foo.vmdk --format VMDK
```


Oracle VirtualBox - Virtual Storage

TECNOLOGIAS DE VIRTUALIZAÇÃO
ENGENHARIA INFORMÁTICA
WWW.IPLEIRIA.PT



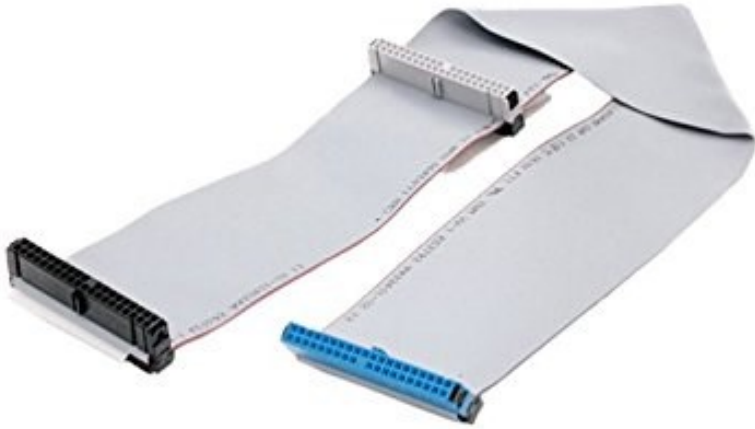
Virtual Storage - métodos

- Existem 3 métodos para apresentar à VM um disco virtual:
 - Disk image files (VDI, VMDK, VHD, HDD):
usar grandes ficheiros de imagem num disco real
e apresentá-los a um guest como um disco virtual
 - Servidores de storage iSCSI
 - Usar um disco do host diretamente
- Qualquer um destes discos é ligado ao controlador virtual de disco que o hypervisor apresenta à VM



Virtual Storage - controladores

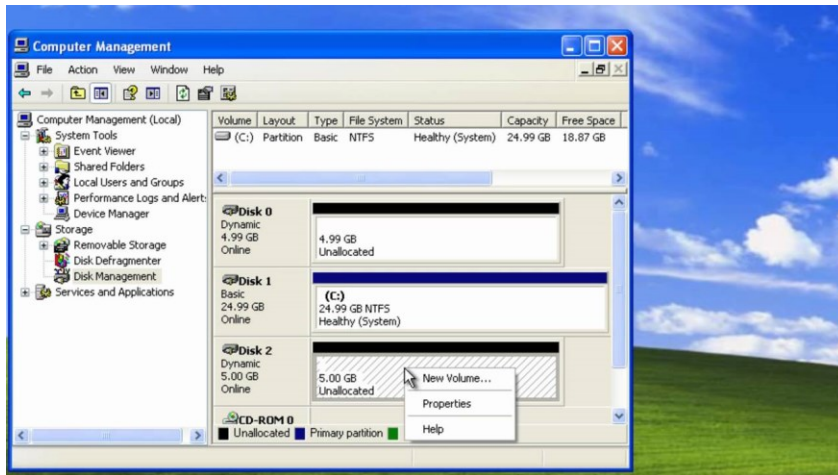
- Os discos são ligados ao controlador de discos que controla a operação dos mesmos e as transferência de dados.
- O hypervisor emula os principais tipos de controladores de discos: IDE, SATA (AHCI), SCSI, SAS, USB-based e NVMe



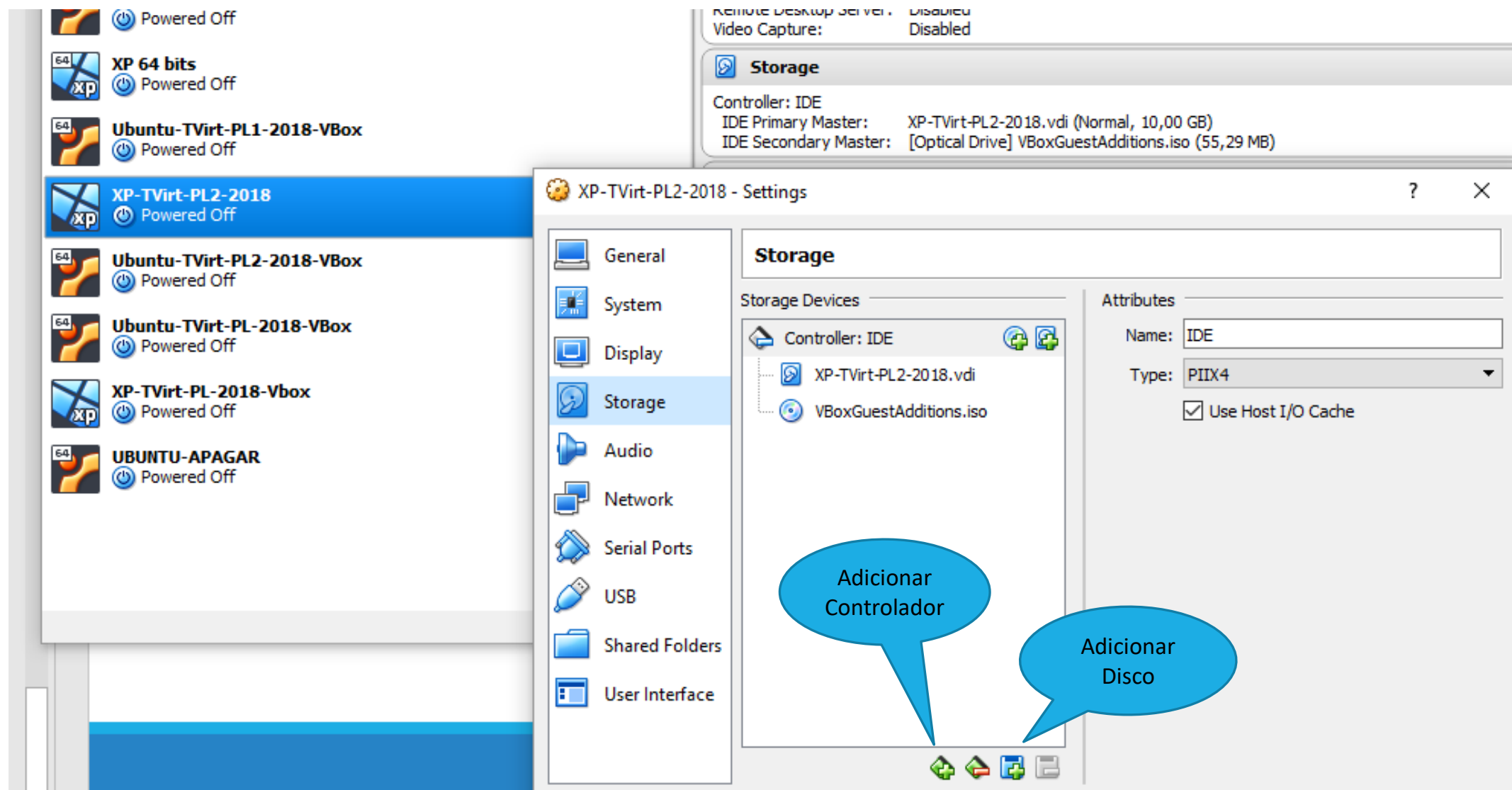
Controladores IDE (ATA)

- Num PC real, cada controlador IDE suporta 2 discos em paralelo (master e slave) num cabo, e existem 2 controladores (primário e secundário), permitindo 4 discos
- No virtual box cada VM tem um só controlador IDE que permite os 4 discos
- Pode ser necessário alterar o tipo de controlador IDE (PIIX3, PIIX4 or ICH6) de uma VM para eventual compatibilidade com o seu SO
- Tipicamente um dos 4 discos (o secondary master) está pré-configurado para drive virtual de CD/DVD (mas pode ser alterado)

Controladores IDE (ATA)



- IDE é a solução para quando o SO guest não suporta discos SATA ou SCSI
- No Windows XP para utilizar SATA é necessário:
 - instalar drivers adicionais e
 - adicionar o controlador SATA à VM



Controladores SATA

- Serial ATA (SATA)
- Advanced Host Controller Interface (AHCI): interface para controladores SATA
- Suporta velocidades mais elevadas
- Suporta hot swap
- Controlador mais leve: utiliza menos CPU que o IDE
- Permite até 30 discos numa VM



Controladores SCSI

- Small Computer System Interface (SCSI)
- Cada controlador SCSI suporta até 15 discos
- O VirtualBox suporta dois tipos de controladores SCSI: LSI Logic e BusLogic
- Serial Attached SCSI (SAS): versão série do SCSI, mais rápido e mais fiável, permitindo até 8 discos por controlador

Outros Controladores

- USB mass storage device class: permite ligar até 8 discos externos através de USB



- Non volatile memory express (NVMe):
 - permite ligar até 255 discos SSD sobre PCI express
 - maior largura de banda que os anteriores discos SSD que utilizavam ligação SATA



VirtualBox - Virtual Media Manager

- O VirtualBox regista todos os discos usados pelas VMs, designando-os “known media”
- O Virtual Media Manager (Menu file) permite visualizar e alterar estes discos, agrupados em
 - Hard disks (VDI ou outro formato)
 - Optical disks (DVD em formato ISO)
 - Floppy disks (formato RAW)
- Permite visualizar para cada disco: o caminho para a imagem, se está ligado a alguma VM e qual VM, o tipo, formato, tamanho atual, tamanho virtual

Virtual Media Manager

Medium

Copy Move Remove Release Properties Refresh

Hard disks Optical disks Floppy disks

Name	Virtual Size	Actual Size
NewVirtualDisk1.vdi	10,00 GB	2,00 MB
NewVirtualDisk11.vdi	10,00 GB	2,00 MB
Ubuntu-TVirt-PL1-2018-VBox.vdi	10,00 GB	1,61 GB
Ubuntu-TVirt-PL-2018-VBox.vdi	10,00 GB	1,15 GB
Ubuntu-TVirt-PL2-2018-VBox.vdi	10,00 GB	2,15 GB
XP 64 bits.vdi	10,00 GB	352,00 MB
XP-TVirt-PL-2018-Vbox.vdi	10,00 GB	362,00 MB

Attributes Information

Type: Normal

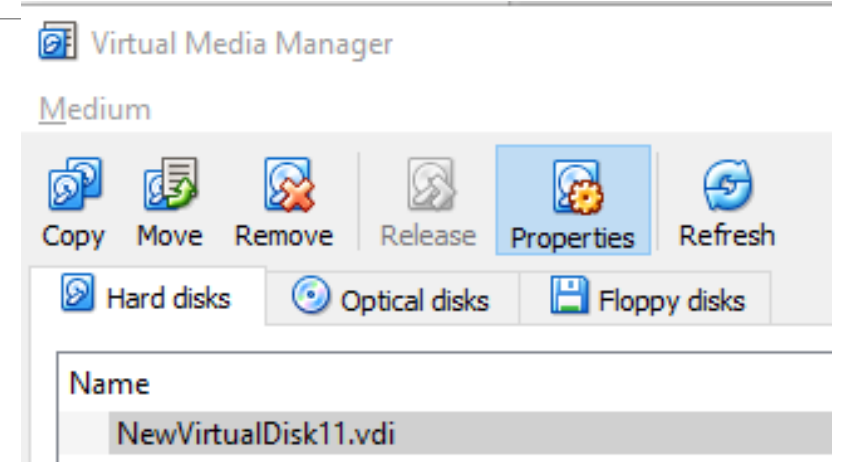
Location: C:\VMs\Ubuntu-TVirt-PL-2018-VBox\Ubuntu-TVirt-PL-2018-VBox.vdi

Description:

Size: 10,00 GB

4,00 MB 2,00 TB

VirtualBox - Virtual Media Manager



- Operações disponíveis sobre o disco:
 - Copy: copiar um disco virtual para outro, podendo mudar o formato (VDI, VHD, VMDK)
 - Move: mover para outra localização
 - Remove: remover do registo com opção de apagar ou não o ficheiro imagem
 - Release: libertar uma imagem de uma VM
 - Alterar o tipo de disco: Normal, Immutable, Writethrough, Shareable, Multi-attach

VirtualBox - Virtual Media Manager



- O VirtualBox atribui um identificador único a cada disco (UUID)
- Para copiar um disco, evitar copiar apenas o ficheiro imagem, pois ao importar a cópia o VirtualBox dará erro de UUID duplicado: utilizar o botão de cópia
- Da mesma forma, para copiar uma VM, é melhor utilizar a ferramenta de clonagem de VMs

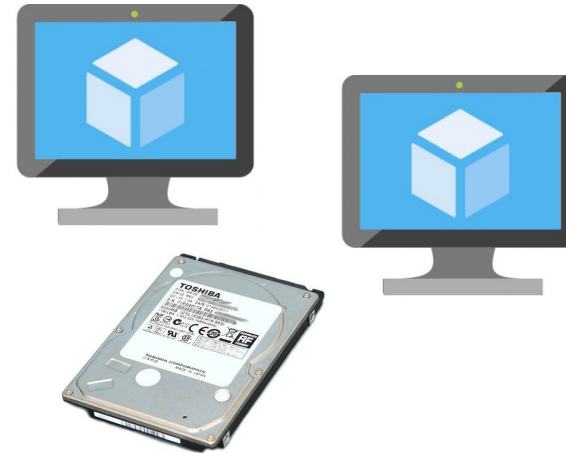
Modos de escrita em disco



- Existem 6 modos de escrita em disco:
normal, write-through, Shareable, immutable, multiattach e read-only
- Por omissão as imagens de disco estão no modo normal:
 - podem ser lidas e escritas sem restrições
 - num snapshot o seu estado é guardado, e restaurado quando se reverte para ele
 - pode ligar-se a mais que uma VM, mas não se pode executar mais que uma dessas VMs simultaneamente

Modos de escrita em disco

- Discos *write-through*:
 - são ignorados pelos snapshots
- Discos *sharable*:
 - também são ignorados pelos snapshots,
 - mas podem ser ligados a várias VMs que podem correr de forma concorrente
 - utilizados para sistemas de ficheiros em clusters com aplicações preparadas explicitamente para aceder o disco de forma concorrente a partir de várias VMs
 - Só são permitidos discos de tamanho fixo (não de alocação dinâmica)



Modos de escrita em disco



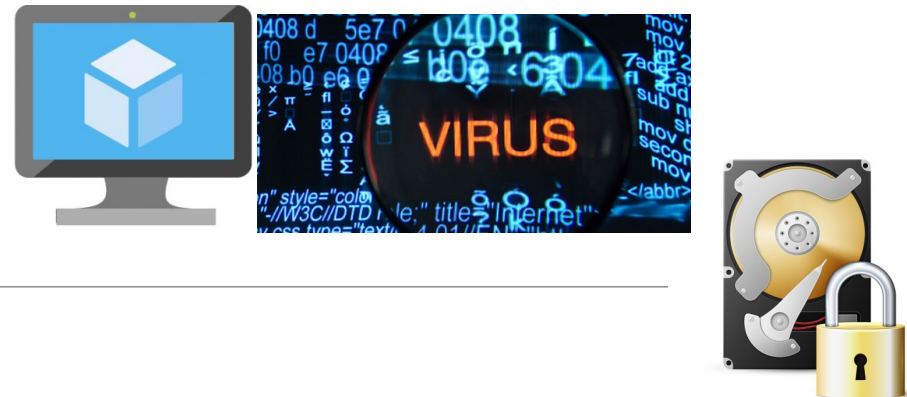
- Discos *immutable*
 - apenas relembram acessos de escrita temporariamente enquanto a VM está a correr
 - todas as alterações são perdidas quando a VM é ligada novamente no hypervisor (não se perdem num reboot a partir da VM)
 - tecnicamente o hypervisor nunca escreve diretamente num disco immutable. Todas as operações de escrita da VM são direcionados para uma imagem diferencial.
 - logo, podem ser usados por várias VMs em simultâneo sem restrições
 - não faz normalmente sentido criar um disco immutable de raiz
 - normalmente cria-se uma imagem normal e depois torna-se immutable

Modos de escrita em disco



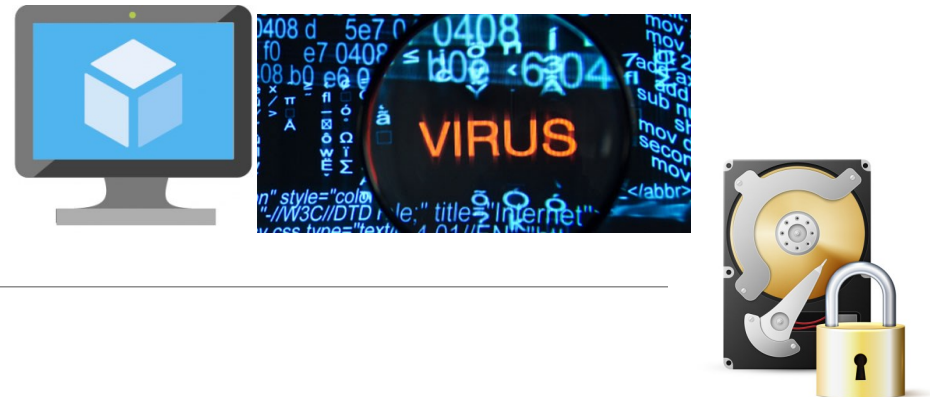
- Discos em *multiattach mode*
 - iguais aos discos immutable
 - mas as alterações não são perdidas quando a VM é ligada novamente no hypervisor
 - muito útil para partilhar ficheiros que quase nunca são escritos, como galerias de fotos
- Disco read-only:
 - usado automaticamente nas imagens CD/DVD

Modos de escrita em disco



- Considerar que uma VM com snapshot realizado, é infetada por um vírus
- Para o vírus desaparecer:
 - Com um disco normal, reverte-se para o snapshot
 - Com um disco immutable, basta desligar e voltar a ligar a VM no hypervisor
 - Com um disco write-through é preciso desinfetar a VM
- Utilização possível:
 - Disco immutable para disco do SO da VM
 - Disco write-through para o disco de dados da VM

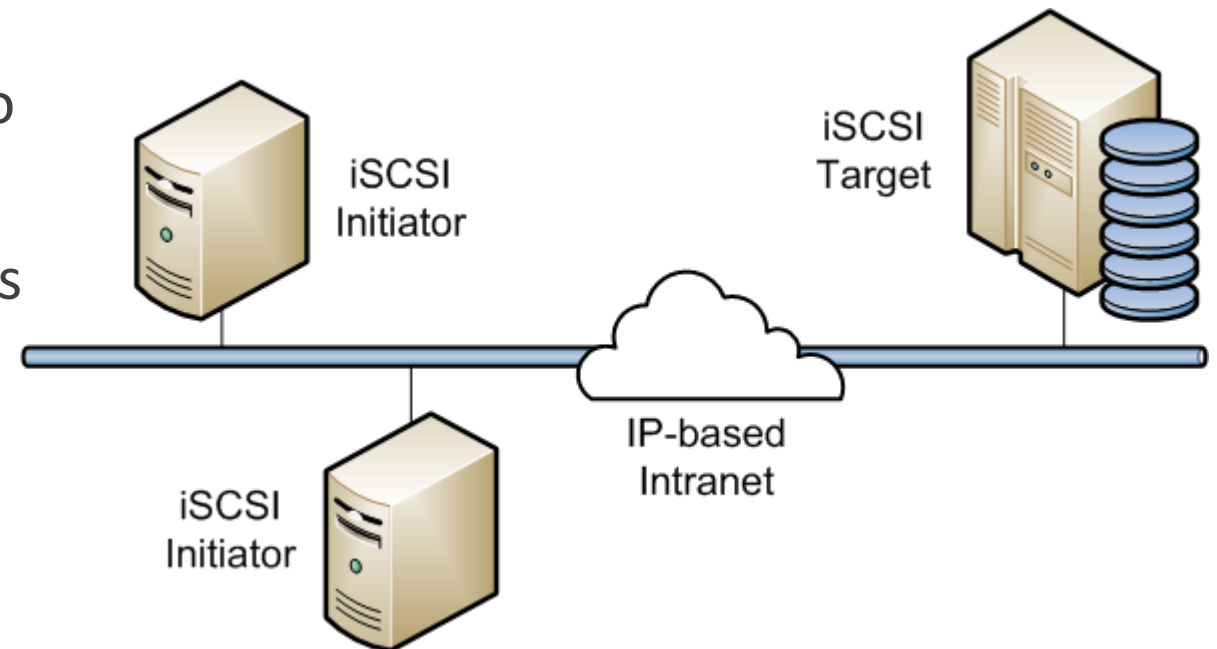
Modos de escrita em disco



- Comparação com os modos dos discos VMware:
 - discos write-through - discos Independentes Persistentes.
 - discos immutable - discos independentes Não Persistentes.

Servidores iSCSI

- iSCSI - Internet SCSI
- Norma que permite utilizar o protocolo SCSI sobre ligações de rede IP
- O servidor que disponibiliza os recursos de storage é o iSCSI target
- Os clientes são os iSCSI initiators



Servidores iSCSI - VirtualBox

- O VirtualBox tem um iSCSI initiator integrado, que apresenta o storage remoto às VMs como um disco virtual.
- O target é configurado por linha de comando: `VBoxManage storageattach`

Referências

- Virtualization Essential Training, Martin Guidry, Lynda.com
- Virtualization Essentials, Matthew Portnoy, Sybex, Wiley
- www.virtualbox.org
- support.citrix.com