



BandTec

DIGITAL SCHOOL

Computação em Nuvem

Virtualização Computacional

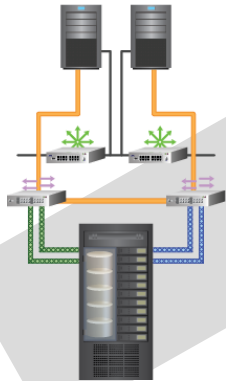
Professor: Rogério Chola

e-mail: rogerio.chola@bandtec.com.br

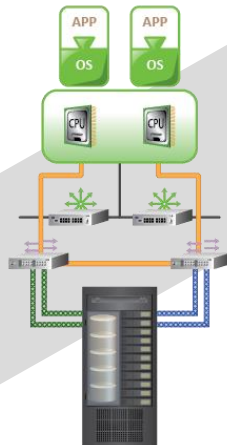
Virtualized Data Center

Transformar um Classic Data Center (CDC) em um Virtualized Data Center (VDC) requer virtualizar os elementos essenciais do data center.

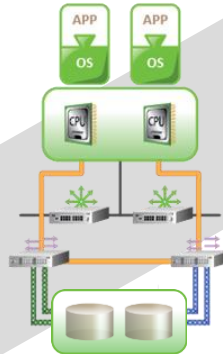
Classic Data Center (CDC)



Virtualize Compute



Virtualize Storage



Virtualize Network



Virtualized Data Center (VDC)



Usar uma abordagem gradual para uma infraestrutura virtualizada permite uma transição mais suave para virtualizar os elementos essenciais.

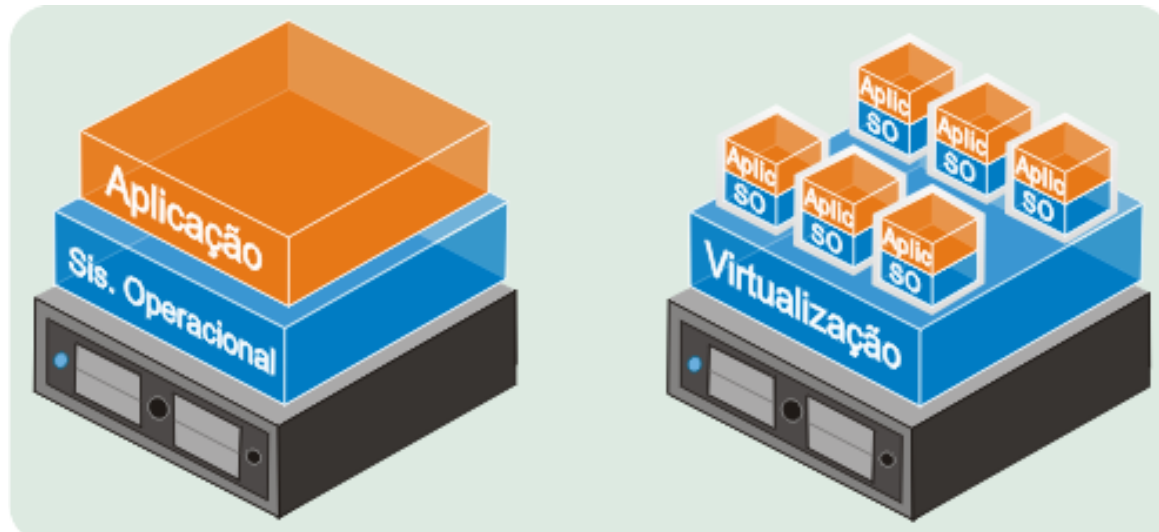
Virtualização Computacional

Na década de 60 surgiu a virtualização computacional com servidores de grande porte da IBM, os Mainframes. Esta virtualização era realizada por meio do software de virtualização VM CMS, no qual se podia criar virtual machines e particionar os componentes do hardware do mainframe em Logical Units (LU's)



Virtualização Computacional

Em 1999, a VMWARE Inc. iniciou o conceito de virtualização na plataforma x86 com uma estrutura computacional que reduziria a ociosidade de processamento das máquinas. A partir de 2005 fabricantes de processadores, como a Intel e AMD, aplicaram essa tecnologia aos seus produtos. O hardware passou a possuir funcionalidades específicas que permitem melhor desempenho das aplicações.

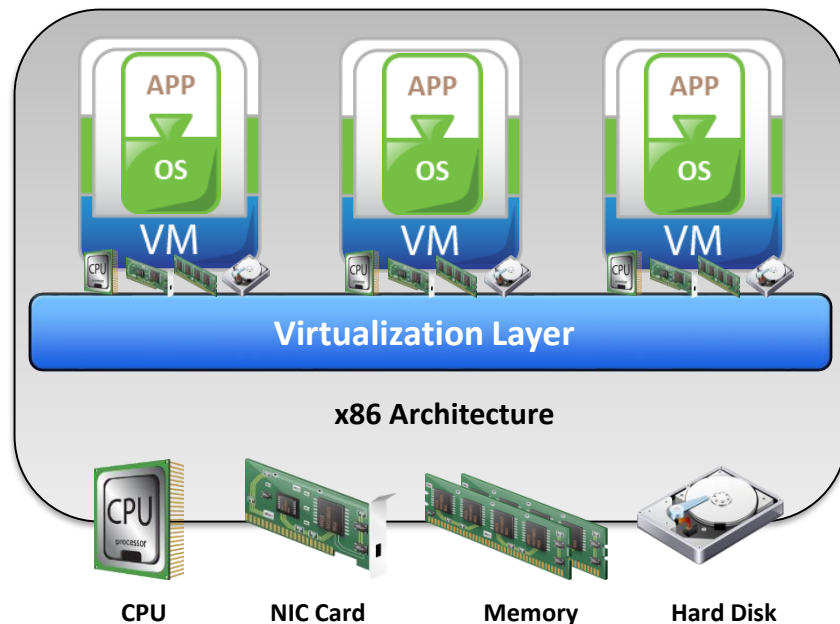


Virtualização Computacional

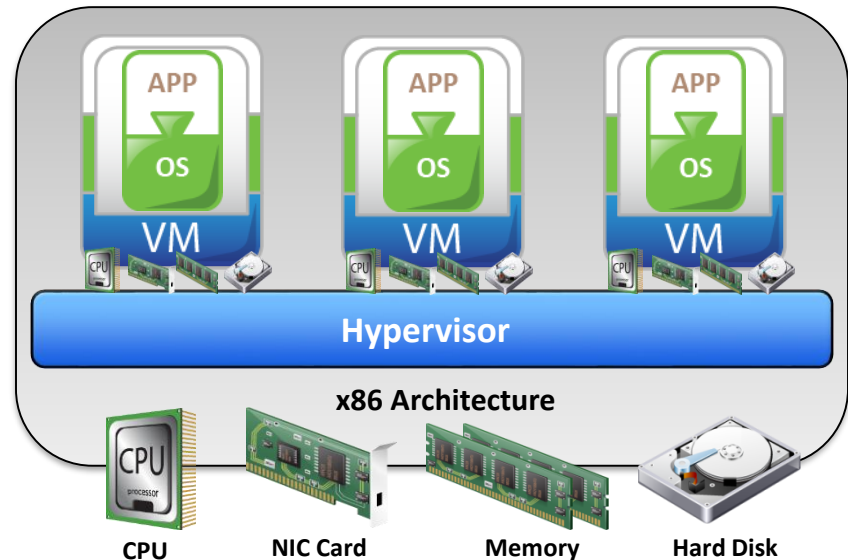
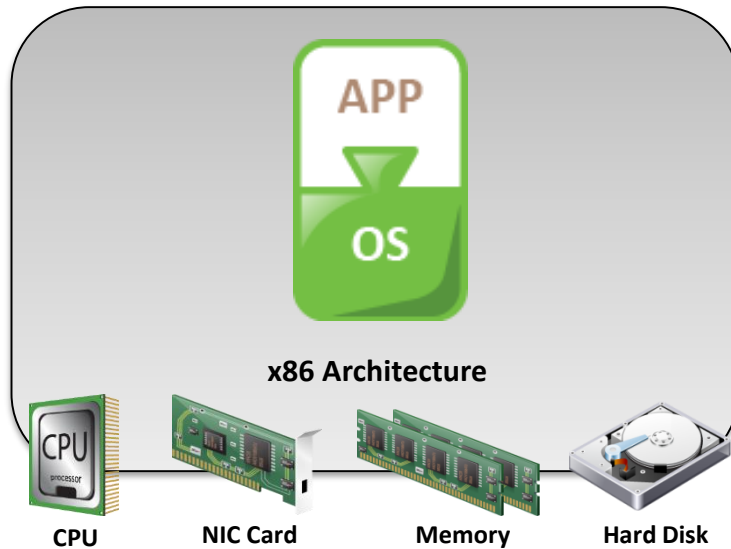
Virtualização Computacional

É uma técnica de ocultar ou abstrair o hardware de computação física e permitir que vários sistemas operacionais executem simultaneamente em uma máquina física única ou agrupada.

- Permite a criação de diversas máquinas virtuais, cada uma executando um sistema operacional e aplicação
 - ▶ VM é uma entidade lógica que parece e se comporta como uma máquina física
- A camada de virtualização (hypervisor) fica entre o hardware e a máquina virtual
- Máquinas virtuais são fornecidos com recursos de hardware padronizados
- Supervisor = Sistema Operacional



Necessidade da Virtualização Computacional



Antes da Virtualização x86

- Executa um único sistema operacional de cada vez por máquina
- Fortemente acoplado ao software/hardware
- Pode criar conflitos quando diversas aplicações executam na mesma máquina
- Subutilização dos recursos
- Não é flexível e possui custo alto de manutenção

Depois da Virtualização x86

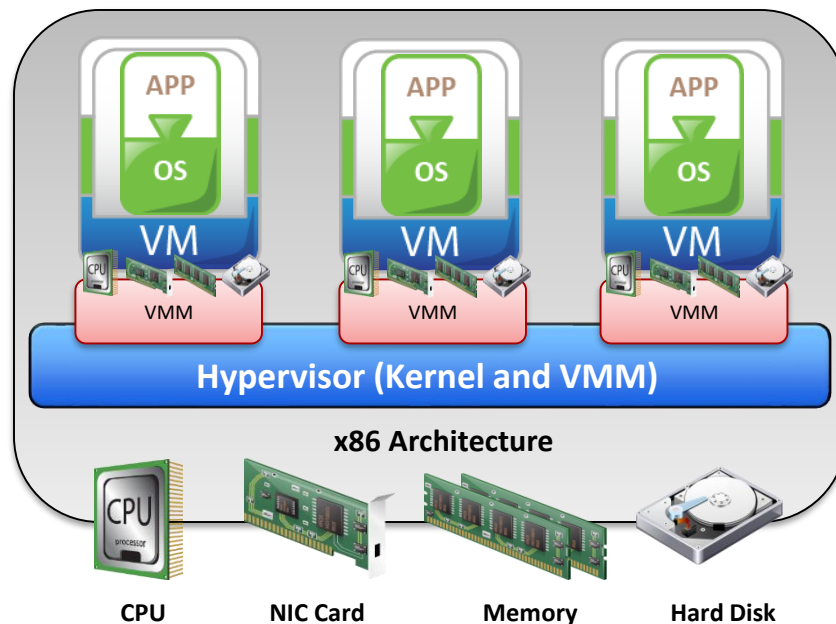
- Executa diversos sistemas operacionais por máquina simultaneamente
- Independência de software/hardware
- Isola a máquina virtual de forma a evitar conflitos
- Otimização da utilização dos recursos
- Oferece infraestrutura flexível a baixo custo

Hipervisor

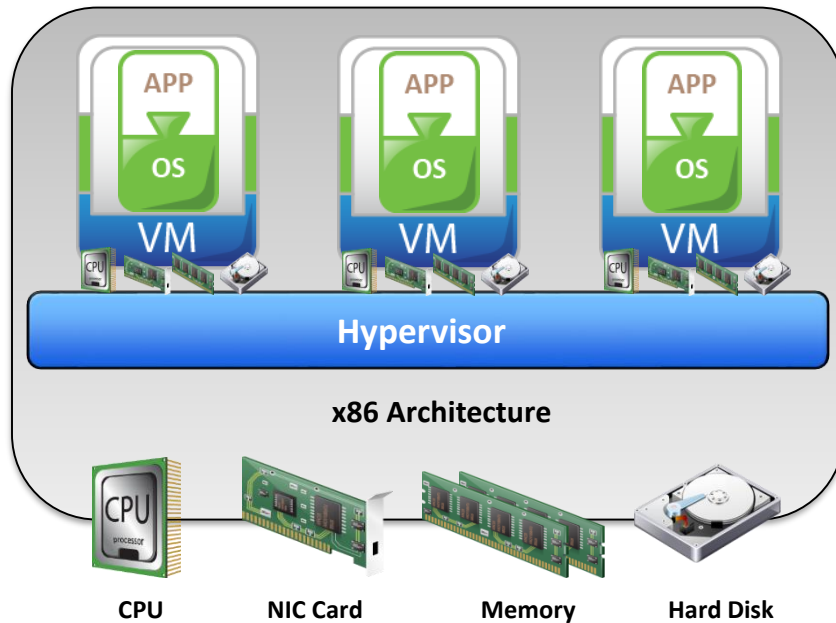
Hipervisor

É um software que permite diversos sistemas operacionais executarem simultaneamente em uma máquina física e interagir diretamente com o hardware físico. Opera com hierarquia superior ao Sistema operacional tradicional

- Componentes Principais
 - ▶ Kernel
 - ▶ Virtual Machine Monitor (VMM)



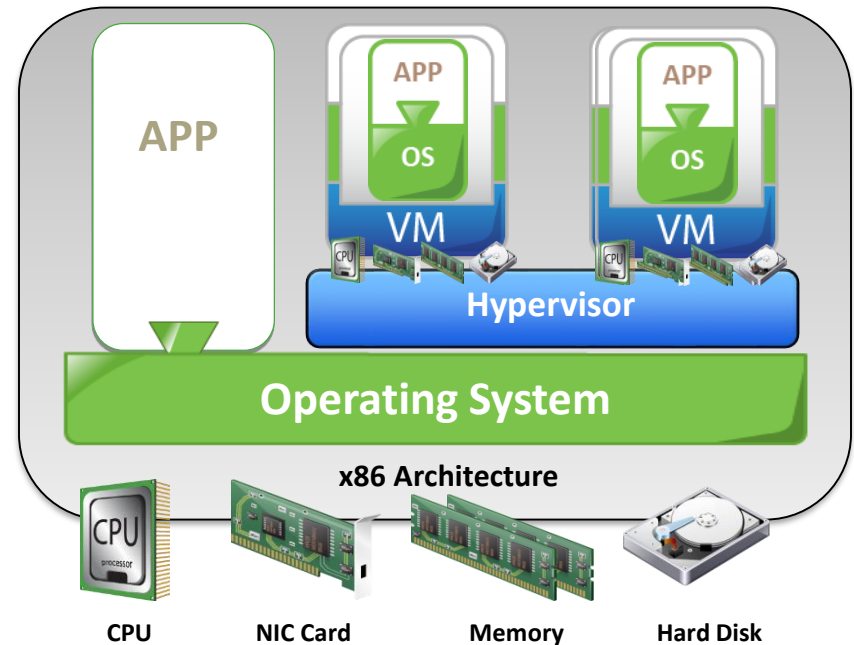
Tipos de Hypervisor



Type 1: Bare-Metal Hypervisor

Tipo 1: Bare-Metal ou Unhosted

- É um sistema operacional (OS)
- Instala e executa x86 bare-metal hardware
- Requer hardware certificado
- VMware; Xen; Citrix Xen Server; Microsoft Hyper-V



Type 2: Hosted Hypervisor

Tipo 2: Hosted Hypervisor

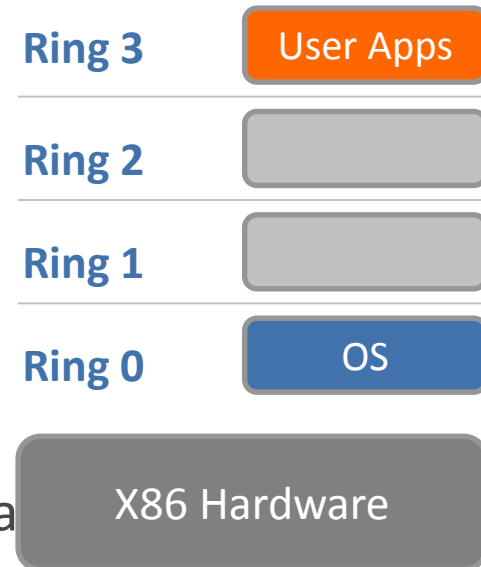
- Instala e executa como uma aplicação sobre um SO já instalado
- Baseia-se no sistema operacional (OS) executando na máquina física para suporte de dispositivo e gerenciamento de recurso físico
- Virtualbox; VMware Workstation; QEMU; oVirt; Microsoft Virtual PC; KVM

Benefícios da Virtualização Computacional

- Consolidação de Servidores
- Isolamento
- Encapsulamento
- Hardware Independente
- Custo Reduzido

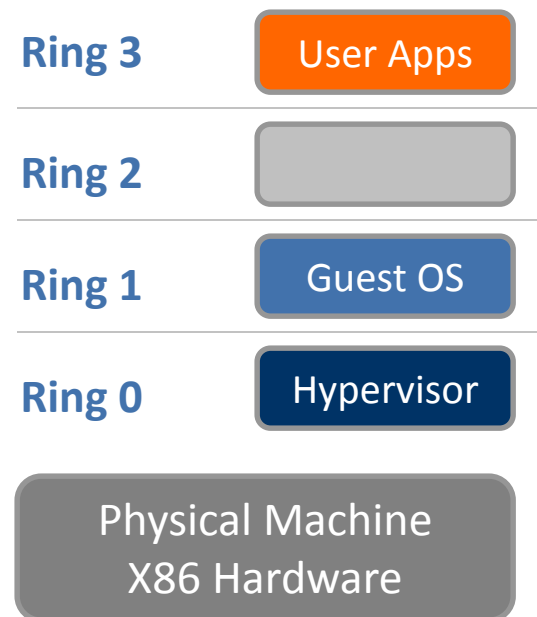
Requisitos: Virtualização de x86 Hardware

- Um sistema operacional (SO) é projetado para executar em um hardware bare-metal e plenamente no próprio hardware
 - ▶ Arquitetura x86 oferece quatro níveis de privilégio
 - ▶▶ Ring 0, 1, 2, e 3
 - ▶▶ Aplicações de usuários é executada no Ring 3
 - ▶▶ SO executa no Ring 0 (o mais privilegiado)
- Desafios de virtualizar x86 hardware
 - ▶ Requer colocar a camada de virtualização abaixo da camada do SO
 - ▶ É difícil capturar e traduzir as instruções do SO no tempo da execução
- Técnicas para virtualizar a computação
 - ▶ Completa, Para, e virtualização assistida de hardware



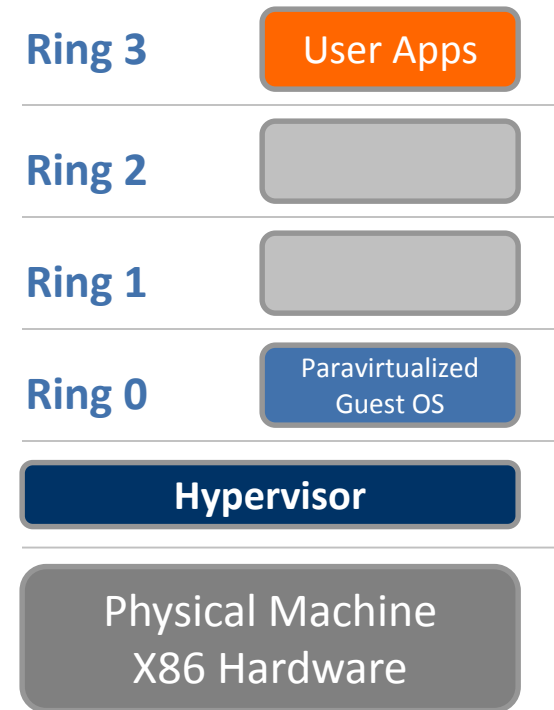
Virtualização Completa – Full Virtualization

- Virtual Machine Monitor (VMM) executa no Ring 0
- VMM decouples guest operating system (OS) from the underlying physical hardware
- A cada MV é atribuído um VMM
 - ▶ Fornece componentes virtuais para cada MV
 - ▶ Desempenha Binary Translation (BT) de instruções não-virtualizadas do SO
- Guest SO não sabe que está sendo virtualizado



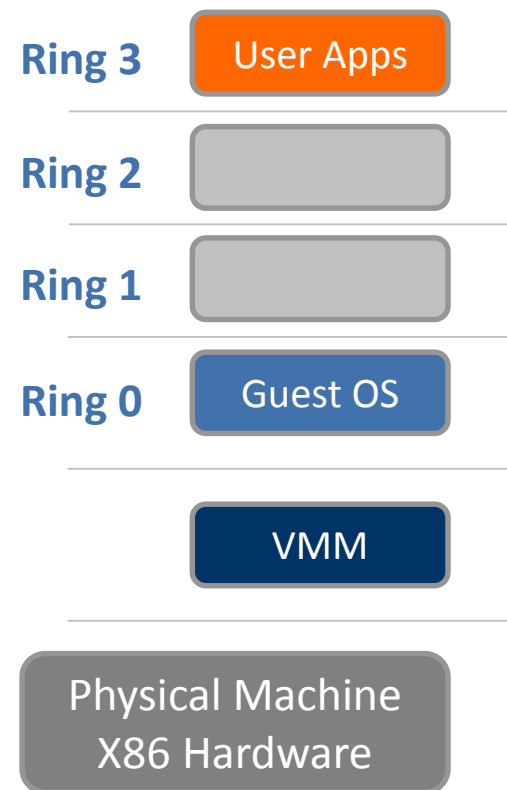
Paravirtualização - Paravirtualization

- Sistema operacional de clientes sabe que é virtualizado
- SO de cliente executado no Ring 0
- Modifica o SO kernel do cliente que é utilizado, bem como o Linux e OpenBSD
- Não modificar o SO de cliente não é suportado, bem como o Microsoft Windows



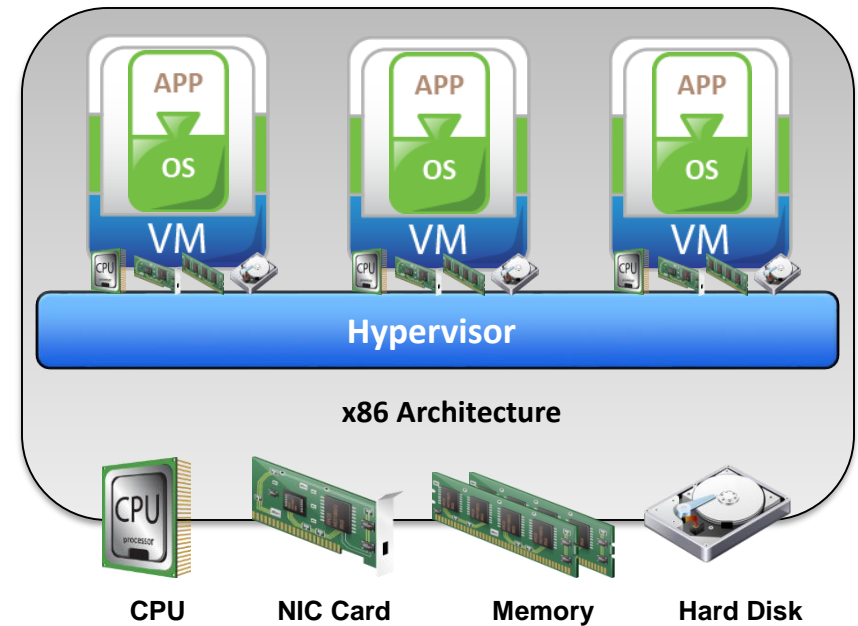
Virtualização Assistida de Hardware

- Alcançada através do CPU hypervisor-aware para lidar com as instruções privilegiadas
 - ▶ Reduz o custo de virtualização causado devido a virtualização completa e a paravirtualização
 - ▶ CPU e suporte de Virtualização de memória é fornecida em hardware
- Permitida por tecnologias AMD-V e Intel VT na arquitetura do processador x86



Máquina Virtual

- Do ponto de vista do usuário, um sistema computacional lógico
 - ▶ Executa um sistema operacional e uma aplicação como uma máquina física
 - ▶ Contém componentes virtuais como CPU, RAM, disco e NIC
- Do ponto de vista do hipervisor
 - ▶ Máquina virtual (MV) é um conjunto discreto de arquivos como configuração de arquivo, arquivo de discos virtuais, arquivo BIOS virtual, MV swap file, e arquivo de log



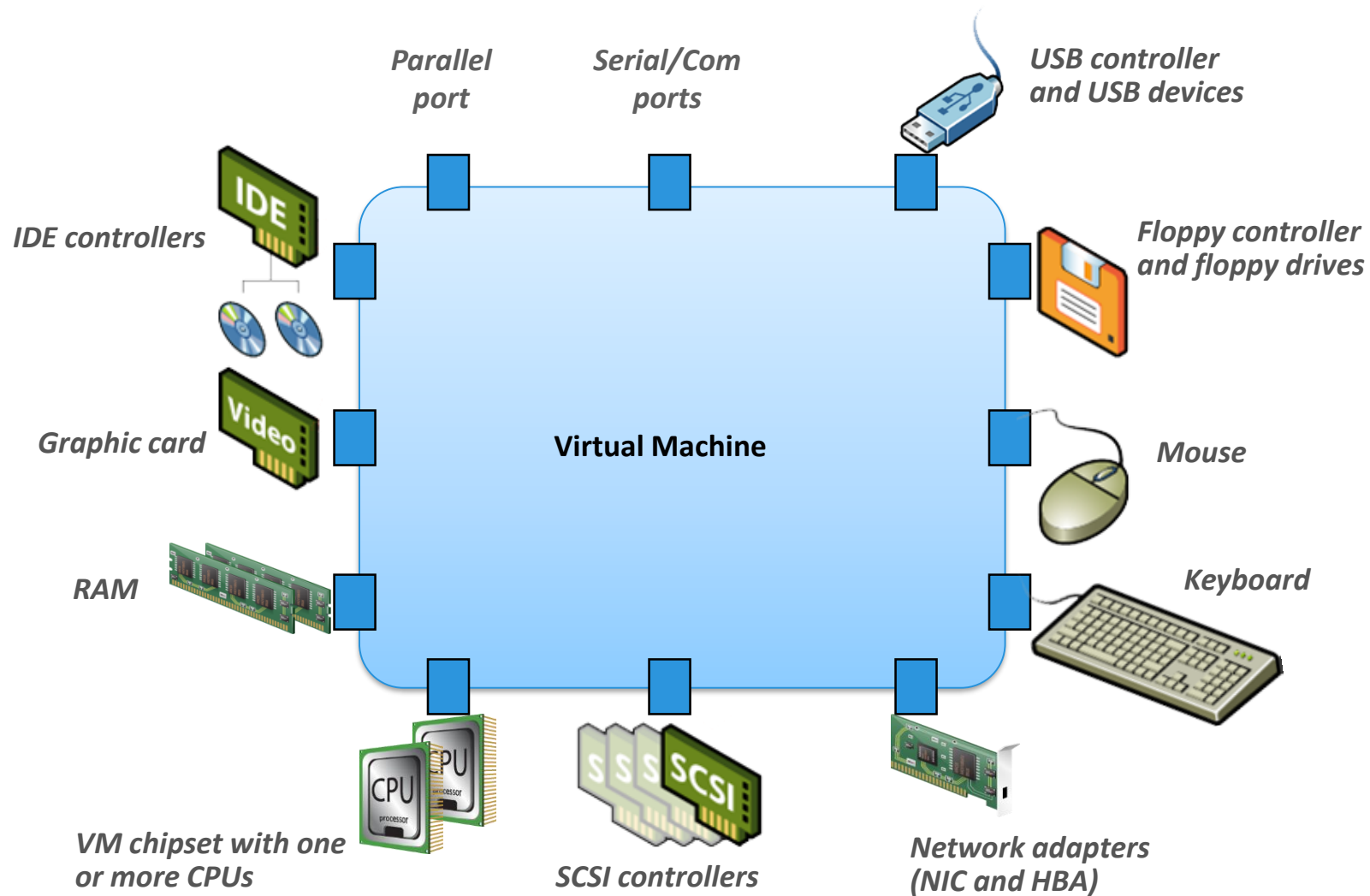
Arquivos de Máquinas Virtuais

Nome do arquivo	Descrição
Virtual BIOS File	<ul style="list-style-type: none">• Armazena o estado da máquina virtual (MV's) BIOS
Virtual Swap File	<ul style="list-style-type: none">• É um arquivo de páginaMV que faz o backup do conteúdo MV RAM• O arquivo só existe quando o MV é executado
Virtual Disk File	<ul style="list-style-type: none">• Armazena o conteúdo do MV's na unidade de disco• Aparece como uma unidade de disco física para o MV• MV pode ter diversas unidades de disco
Log File	<ul style="list-style-type: none">• Mantém um log de atividade do MV• É útil para solucionar problemas
Virtual Configuration File	<ul style="list-style-type: none">• Armazena a informação de configuração escolhidas durante a criação MV• Inclue informações como número de CPUs, memória, número e tipo de adaptadores de rede e tipos de discos

Sistema de Arquivo para Gestão de Arquivos MV

- Os sistemas de arquivo suportados pelo hipervisor são Virtual Machine File System (VMFS) e Network File System (NFS)
- VMFS
 - ▶ É um sistema de arquivo cluster que permite que diversas máquinas físicas realizem leitura/gravação no mesmo dispositivo de armazenamento simultaneamente
 - ▶ É implantado no FC e armazenamento iSCSI para além do armazenamento local
- NFS
 - ▶ Permite armazenar arquivos MV em um servidor de arquivo remoto (dispositivo NAS)
 - ▶ Cliente NFS é construído dentro do hipervisor

Hardware da Máquina Virtual



Componentes de Hardware de MV

Hardware Virtual	Descrição
vCPU	<ul style="list-style-type: none">• Máquina virtual (MV) pode ser configurada com um ou mais CPUs virtuais• Número de CPUs alocadas para o MV pode mudar
vRAM	<ul style="list-style-type: none">• Quantidade de memória apresentada ao sistema operacional• O tamanho da memória pode mudar de acordo com o requisito
Disco virtual	<ul style="list-style-type: none">• Armazena as MV's do SO e dados da aplicação• Uma MV deve ter pelo menos um disco virtual
vNIC	<ul style="list-style-type: none">• Permite o MV se conectar a outra máquina física ou virtual
Virtual DVD/CD-ROM Drive	<ul style="list-style-type: none">• Mapeia um DVD/CD-ROM para um disco físico ou um arquivo .iso
Virtual Floppy Drive	<ul style="list-style-type: none">• Mapeia um disquete para um disco físico ou um arquivo .flp
Virtual SCSI Controller	<ul style="list-style-type: none">• VM usa controlador SCSI virtual para acessar o disco virtual
Virtual USB Controller	<ul style="list-style-type: none">• Controlador USB de mapas do MV para o controlador USB físico

Virtual Machine Console

- Fornece mouse, teclado e tela de funcionalidade
- Envia troca de energia (on/off) para a máquina virtual (MV)
- Permite acesso à BIOS do MV
- Tipicamente usado para configuração de hardware virtual e solução de problemas

Gerenciamento de Recurso

Gerenciamento de Recurso

Um processo de distribuir recursos de uma máquina física ou máquinas físicas cluster para máquinas virtuais (MVs) para melhorar a utilização dos recursos.

- Objetivos do gerenciamento de recursos
 - ▶ Controlar a utilização dos recursos
 - ▶ Prevenir MVs de monopolizar os recursos
 - ▶ Distribuir os recursos com base na prioridade dos recursos de MVs
- Os recursos devem ser agrupados para gerenciá-los melhor

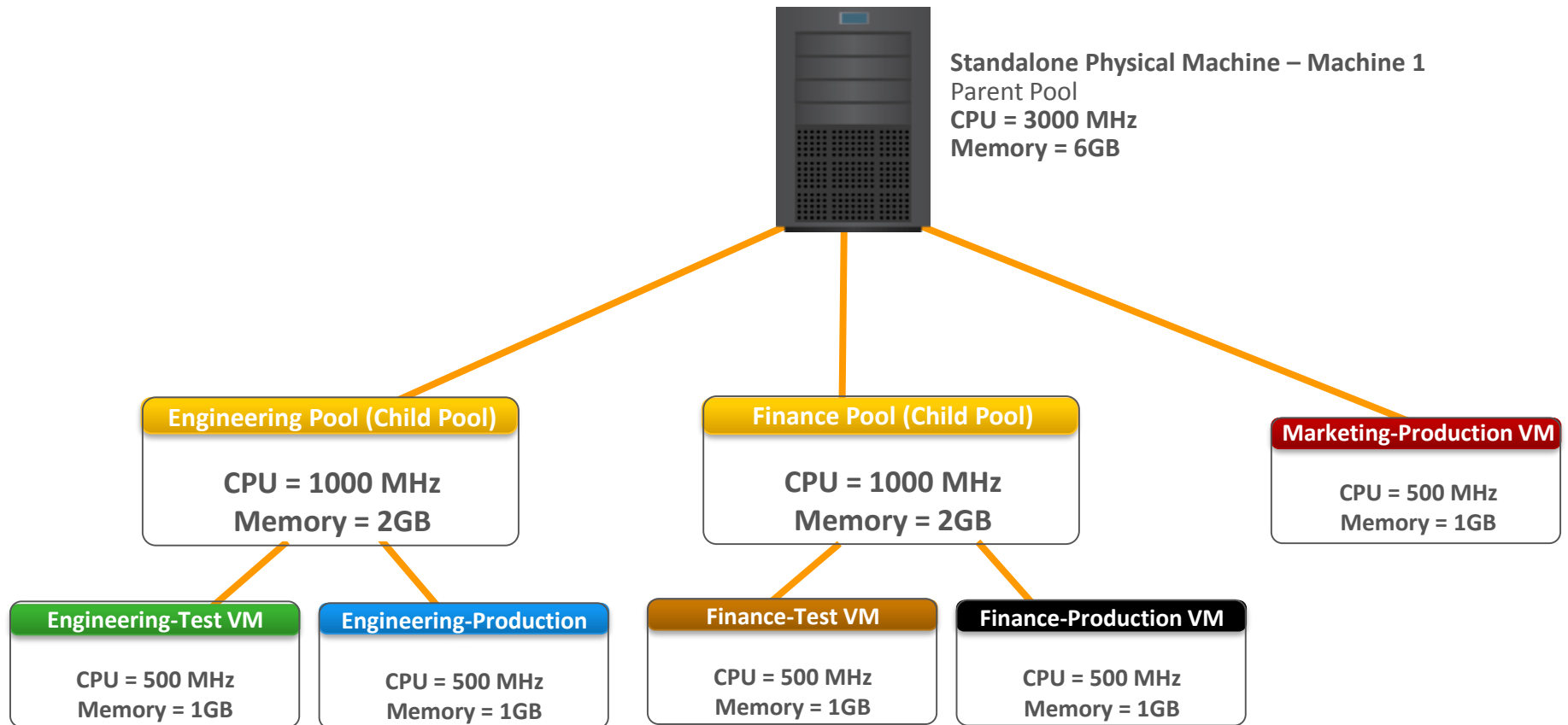
Resource Pool

Resource Pool

É uma abstração lógica de recursos físicos agregados que são gerenciados de forma centralizada.

- Criado a partir de uma máquina física ou um cluster
- Os administradores podem criar resource pool novo ou máquina virtual (MV) a partir de um resource pool mais velho
- Reserva, limite e compartilhamento são usados para controlar o consumo de recursos pelo resource pools ou MVs

Exemplo de Resource Pool



Compartilhamento, Limite e Reserva

- Os parâmetros que controlam os recursos consumidos por um resource pool novo ou uma máquina virtual (MV) são:
 - ▶ Compartilhamento
 - ▶▶ Quantidade de CPU ou recursos de memória que um MV ou resource pool novo pode ter com relação ao total de recursos mais velhos
 - ▶ Limite
 - ▶▶ Quantidade máxima de CPU e memória que um MV ou resource pool novo pode consumir
 - ▶ Reserva
 - ▶▶ Quantidade de CPU e memória reservada para um MV ou um resource pool novo

Otimizando os Recursos da CPU

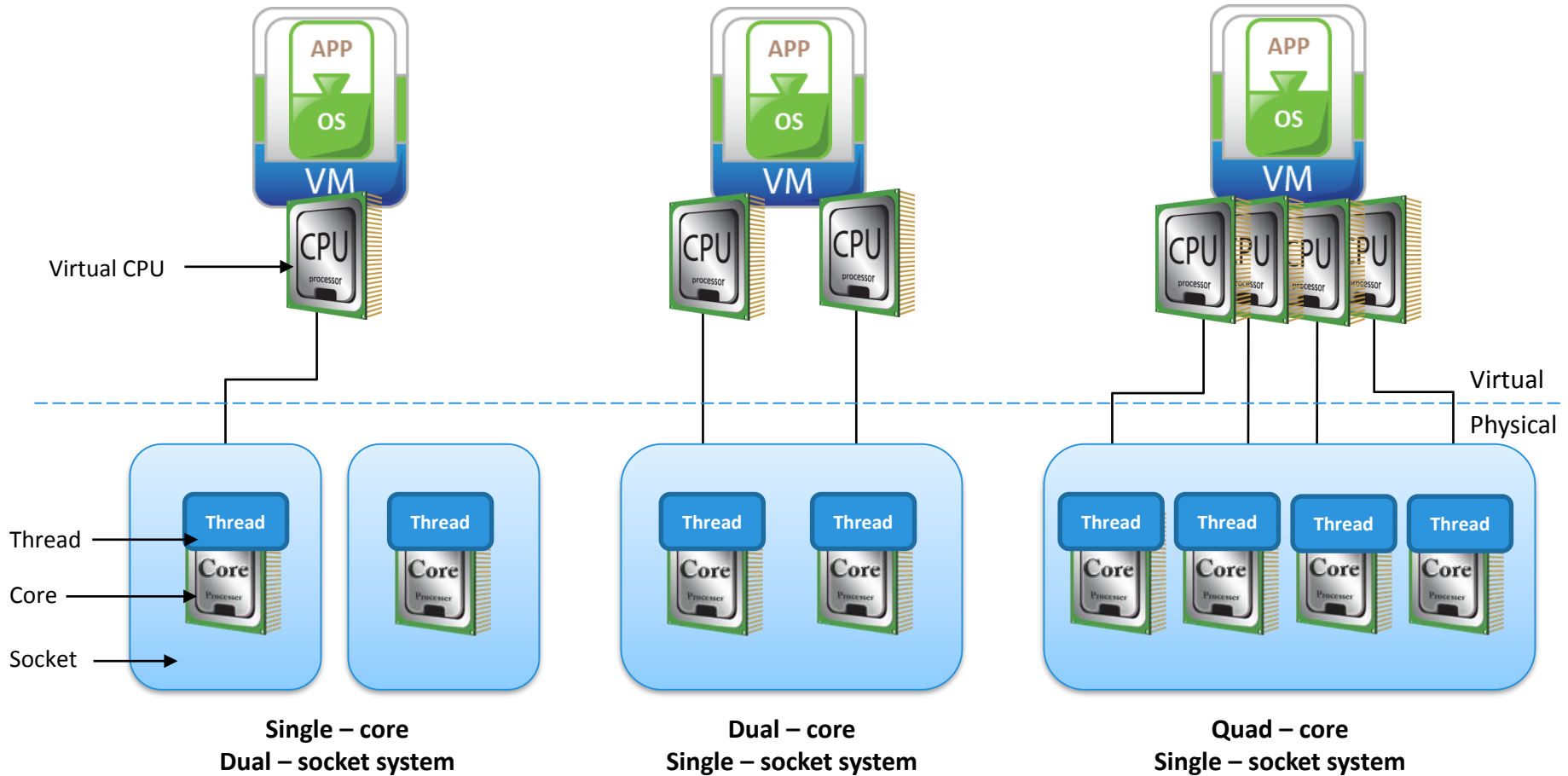
- As CPUs modernas são equipadas com multi-core e hyper-threading
 - ▶ Processadores multi-core tem diversas unidades de processamento (cores) em uma única CPU
 - ▶ Hyper-threading faz uma CPU física aparecer como duas ou mais CPUs lógicas
- Distribuir um recurso de CPU de forma eficiente e justa é fundamental
- Hypervisor schedules de CPUs virtuais em CPUs físicas
- Hipervisores suportam multi-core, hyper-threading e características da CPU load-balancing para otimizar os recursos da CPU

Processadores Multi-Core

MV com
uma CPU

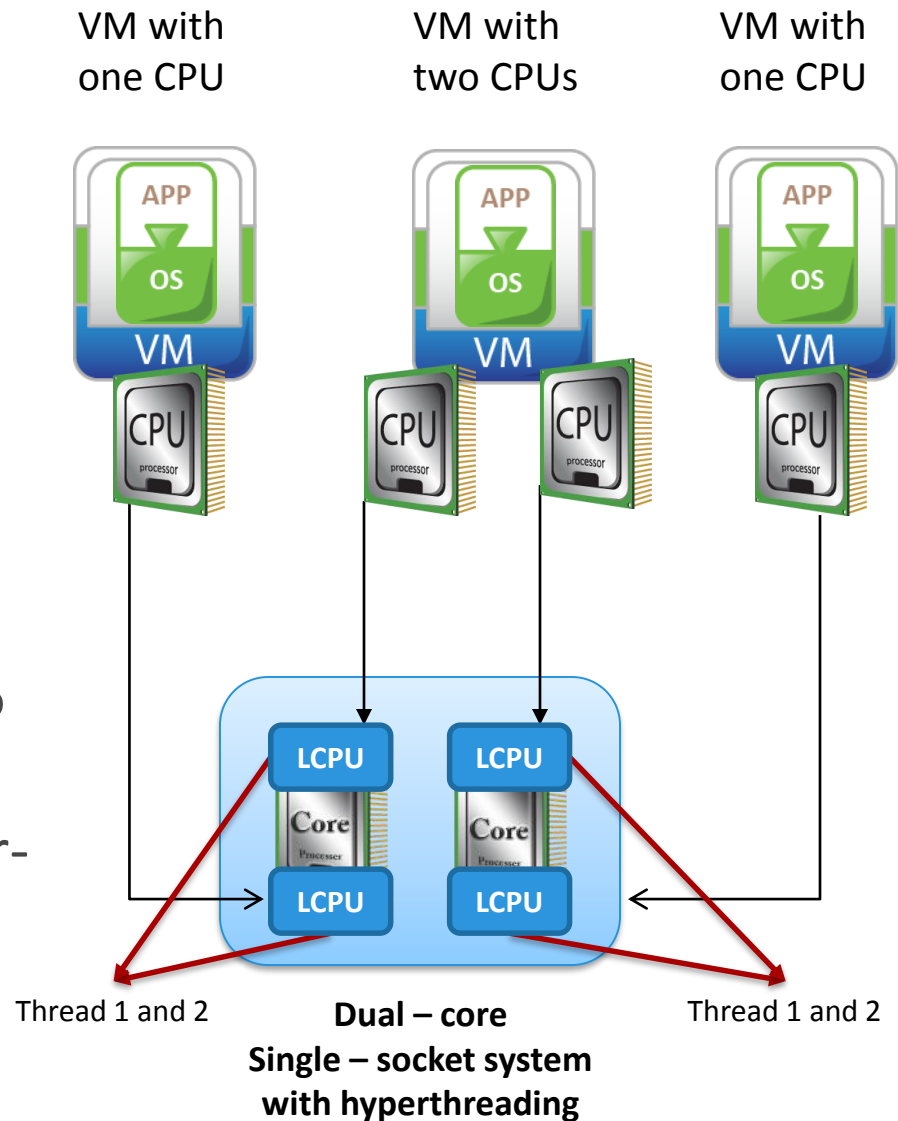
MV com
duas CPUs

MV com
quatro CPUs

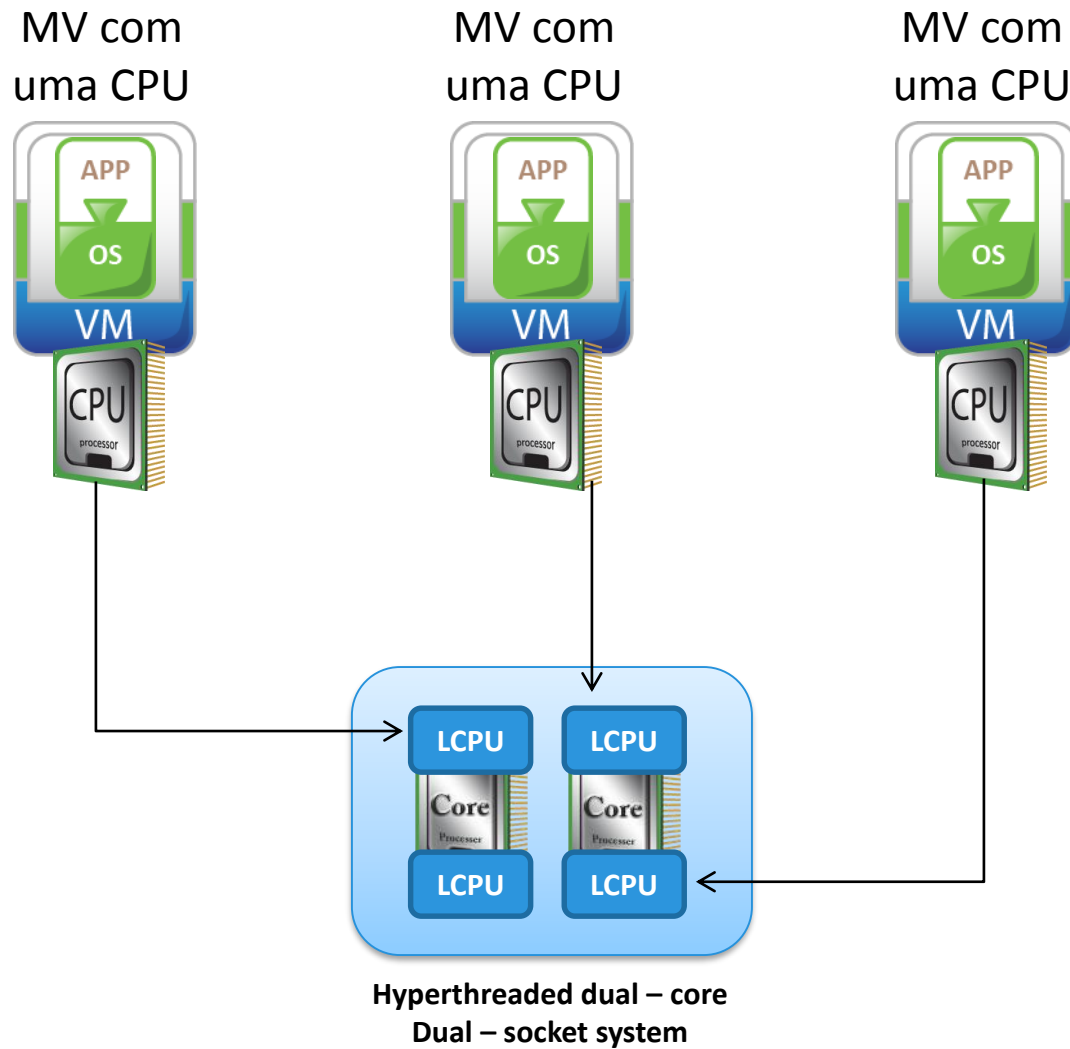


Hyper-threading

- Fazer uma CPU física aparecer como duas CPUs lógicas (LCPUs)
 - ▶ Permite o sistema operacional de agendar dois ou mais threads simultaneamente
- Duas LCPUs compartilham o mesmo recurso físico
 - ▶ Enquanto o thread atual está parado, a CPU pode executar outro thread
- Hypervisor executa em um hyper-threading-permitido e a CPU oferece melhor desempenho e utilização



CPU Load Balancing

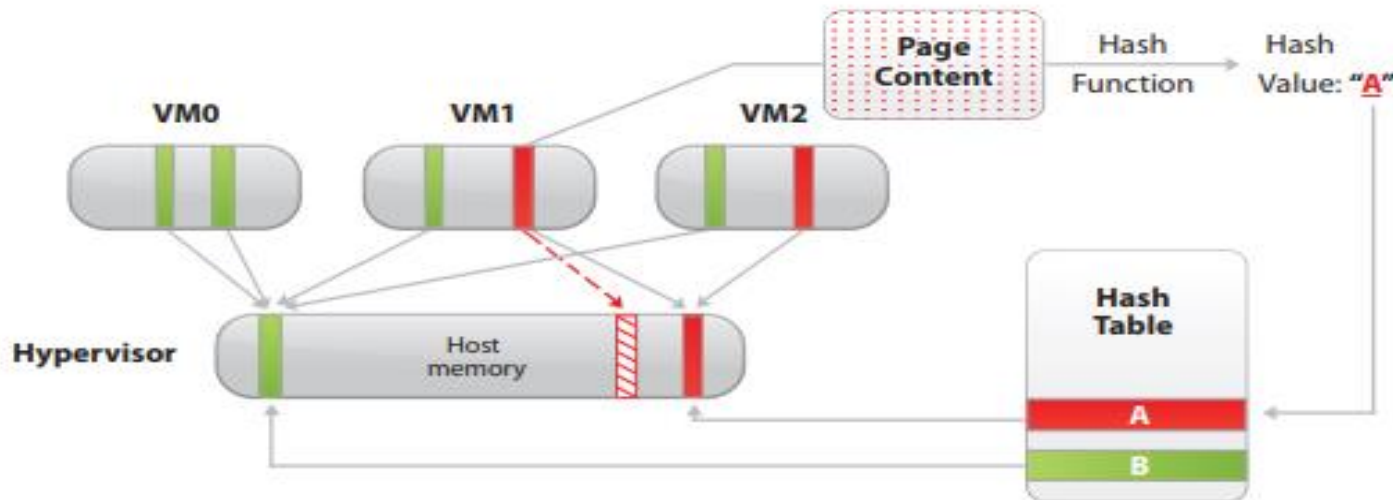


Otimizando o Recurso de Memória

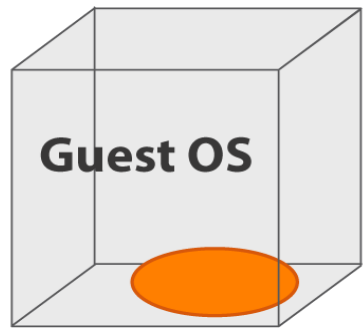
- Hipervisor gerencia uma memória física da máquina
 - ▶ Parte dessa memória é usada pelo hipervisor
 - ▶ E o restante está disponível para máquinas virtuais (MVs)
- VMs pode ser configurada com mais memórias do que as fisicamente disponíveis, chamadas de “memória overcommitment”
 - ▶ A otimização da memória é feita para permitir o overcommitment
- As técnicas de gerenciamento da memória são:
Compartilhamento de página transparente, balonismo de memória e troca de memória

Transparent Page Sharing (TPS)

- O hipervisor detecta páginas de memória idênticas de máquinas virtuais (MVs) e mapeia-os para a mesma página física
 - ▶ Read-somente quando compartilhada
- Para gravações, o hipervisor trata as páginas compartilhadas como copy-on-write
- Tentativas para gravação na página compartilhada
 - ▶ Gera falha na página menor
 - ▶ Cria cópia particular após a gravação e remapeia a memória

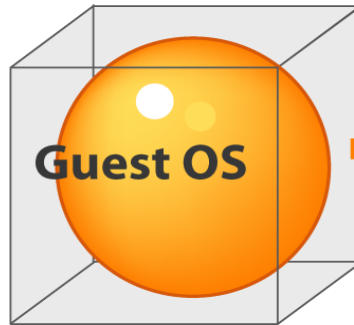


Balonismo de Memória – Memory Ballooning



Virtual Machine (VM)

No memory shortage, balloon remains uninflated



Virtual Machine (VM)



1. Memory shortage, balloon inflates
2. Driver demands memory from guest operating system (OS)
3. Guest OS forces page out
4. Hypervisor reclaims memory



Virtual Machine (VM)



1. Memory shortage resolved, deflates balloon
2. Driver relinquishes memory
3. Guest OS can use pages
4. Hypervisor grants memory

Resource Control - Share, Limit & Reservation

Because virtual machines simultaneously use the resources of an ESXi host, resource contention can occur.

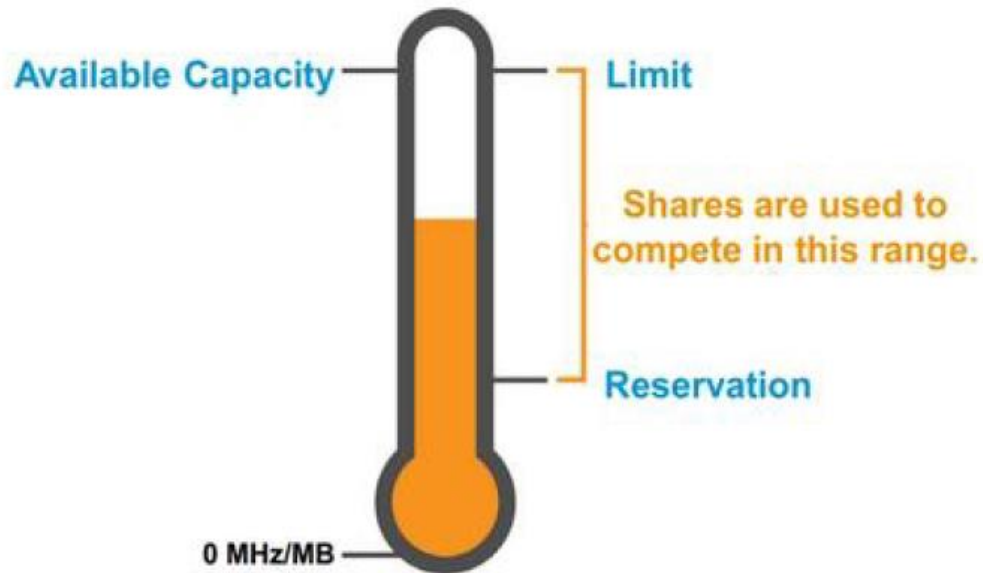
For proper resource management, vSphere has mechanisms to enable less, more, or an equal amount of access to a defined resource. vSphere also prevents a virtual machine from consuming large amounts of a resource and grants a guaranteed amount of a resource to a virtual machine whose performance is not adequate or requires a certain amount of a resources to run properly.

When host memory or CPU is overcommitted, a virtual machine's allocation target is somewhere between its specified reservation and specified limit, depending on the virtual machine's shares and the system load. vSphere uses a share-based allocation algorithm to achieve efficient resource use for all virtual machines and to guarantee a given resource to the virtual machines that need it most. Three configurable parameters control a virtual machine's access to a given resource:

- **Share:** A share is a value that specifies the relative priority or importance of a virtual machine's access to a given resource.
- **Limit:** Limit specifies an upper bound for CPU, memory, or storage I/O resources that can be allocated to a virtual machine.
- **Reservation:** A reservation specifies the guaranteed minimum allocation for a virtual machine.

Resource Control - Share, Limit & Reservation

A virtual machine powers on only if its reservation can be guaranteed.



Troca de Memória

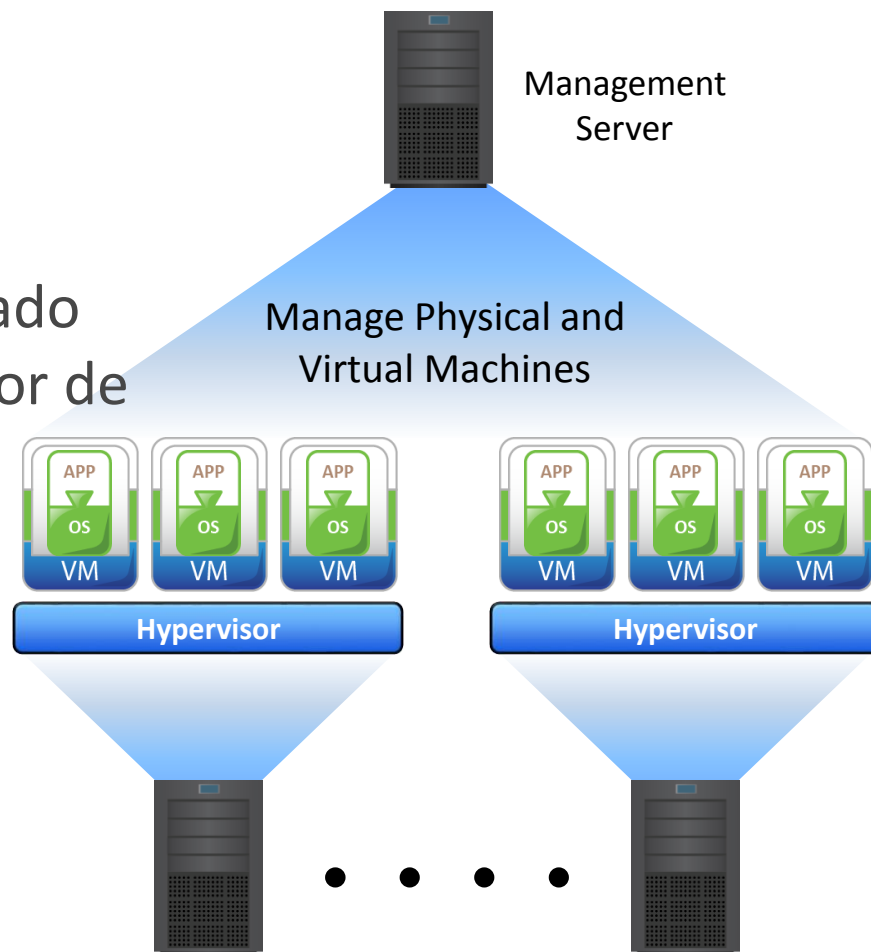
- Cada máquina virtual ligada precisa da sua própria troca de arquivo
 - ▶ Criado quando o MV está ligado
 - ▶ Deletado quando o MV está desligado
- A troca do tamanho do arquivo é igual a diferença entre o limite de memória e a reserva de memória do MV
- O Hipervisor substituirá o conteúdo da memória do MV se a memória estiver escassa
- A troca é a última opção, porque pode causar um impacto no desempenho

Afinidade de Máquina Virtual

- MV para afinidade do MV:
 - ▶ Os MVs selecionados deveriam ser executados no mesmo hipervisor
 - ▶▶ Para melhorar o desempenho, se os MVs estão se comunicando uns com os outros
 - ▶ Anti-affinity garante que os MVs selecionados não estarão juntos no hipervisor (ex: para razões de disponibilidade)
- MV para afinidade de servidor físico:
 - ▶ Especificar que o MV selecionado pode ser colocado em um hipervisor particular (ex: para questões de licença)
 - ▶ Anti-affinity permite que o MV se mova em diferentes hipervisores em um cluster (ex: para alta disponibilidade ou requisições de desempenho)

Ferramenta de Gerenciamento do Recurso

- Fornece capacidade de gerenciar máquinas físicas executadas pelo hipervisor
- Permite gerenciamento centralizado de recursos a partir de um servidor de gerenciamento
- Permite pooling de recursos e alocar a capacidade para MVs
 - ▶ Comunica com hipervisores para desempenhas o gerenciamento
- Fornece automação operacional

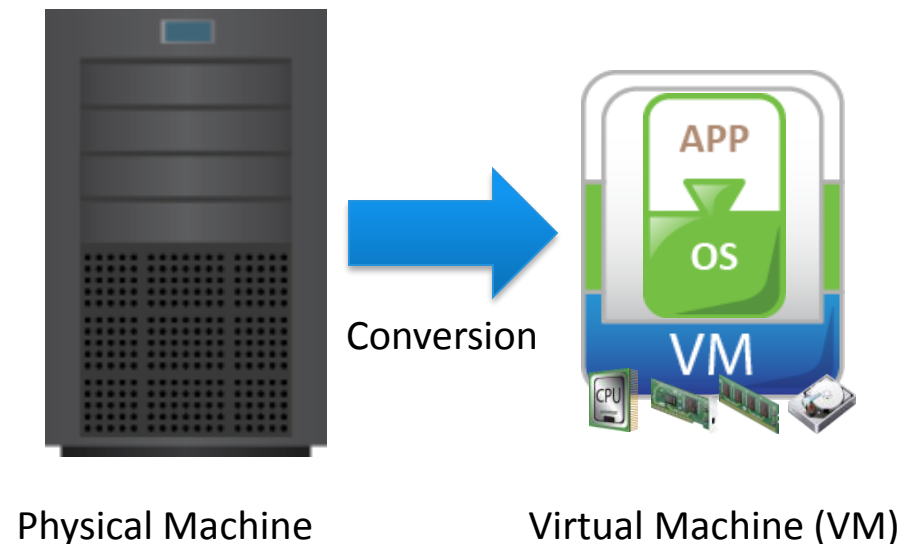


Conversão de Máquina Física para Virtual (P2V)

Conversão P2V

É um processo na qual as máquinas físicas são convertidas dentro das máquinas virtuais (MVs).

- Clonar os dados do disco da máquina física para o disco da VM
- Desempenha a reconfiguração do sistema da MV de destino como:
 - ▶ Mudança do endereço IP e nome do computador
 - ▶ Na instalação é necessário drivers de dispositivo para permitir a inicialização da MV



Benefícios da Conversão do P2V

- Reduz o tempo necessário para configurar a nova máquina virtual (MV)
- Permite migração de máquinas legais para o novo hardware sem reinstalar o sistema operacional (SO) ou aplicação
- Executa migrações entre o hardware heterogêneo

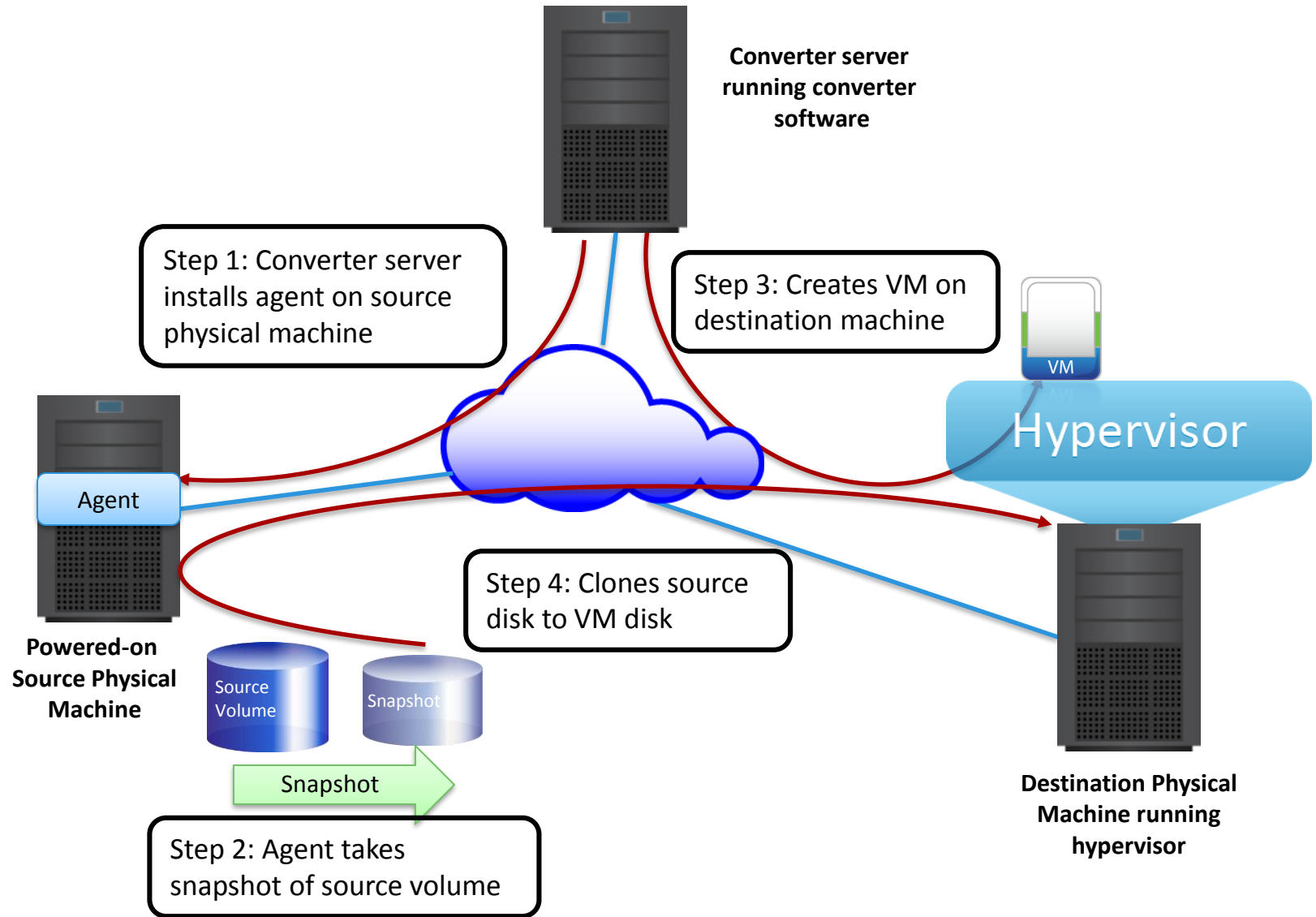
Componentes da Conversão de P2V

- Há três componentes chaves:
 - ▶ Conversão do servidor
 - ▶▶ É responsável por controlar o processo de conversão
 - ▶▶ É usado somente na conversão hot (quando a origem está executando no SO)
 - ▶▶ Empurra e instala o agente na máquina de origem
 - ▶ Conversão do agente
 - ▶▶ É responsável por executar a conversão
 - ▶▶ É usado somente no modo hot
 - ▶▶ É instalado na máquina física para convertê-la em máquina virtual (MV)
 - ▶ Conversão do Boot CD
 - ▶▶ Bootable CD contém o sistema operacional (SO) e aplicação de conversor
 - ▶▶ A aplicação de conversor é usado para executar a conversão cold

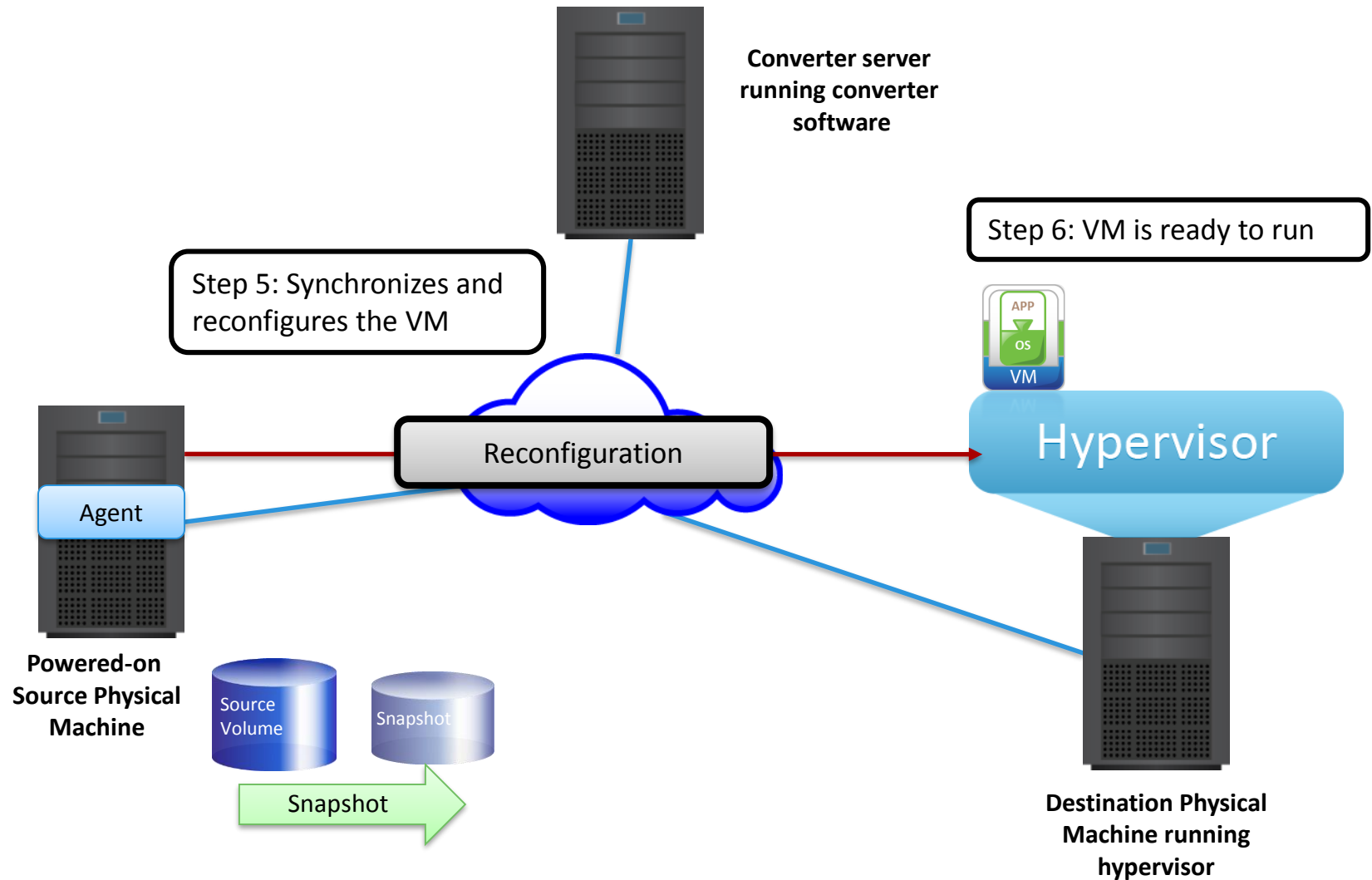
Opções de Conversão

- Conversão Hot
 - ▶ Ocorre enquanto a máquina física é executada
 - ▶ Desempenha sincronização
 - ▶▶ Copia blocos que são alterados durante o período de clonagem inicial
 - ▶ Executa o desligamento na origem e liga no alvo na máquina virtual (MV)
 - ▶ Altera o endereço IP e o nome da máquina selecionada, se ambas máquinas co-existirem na mesma rede
- Conversão Cold
 - ▶ Ocorre enquanto a máquina física não é executada no SO e aplicação
 - ▶ Inicia a máquina física usando o conversor de boot CD
 - ▶ Cria cópia consistente da máquina física

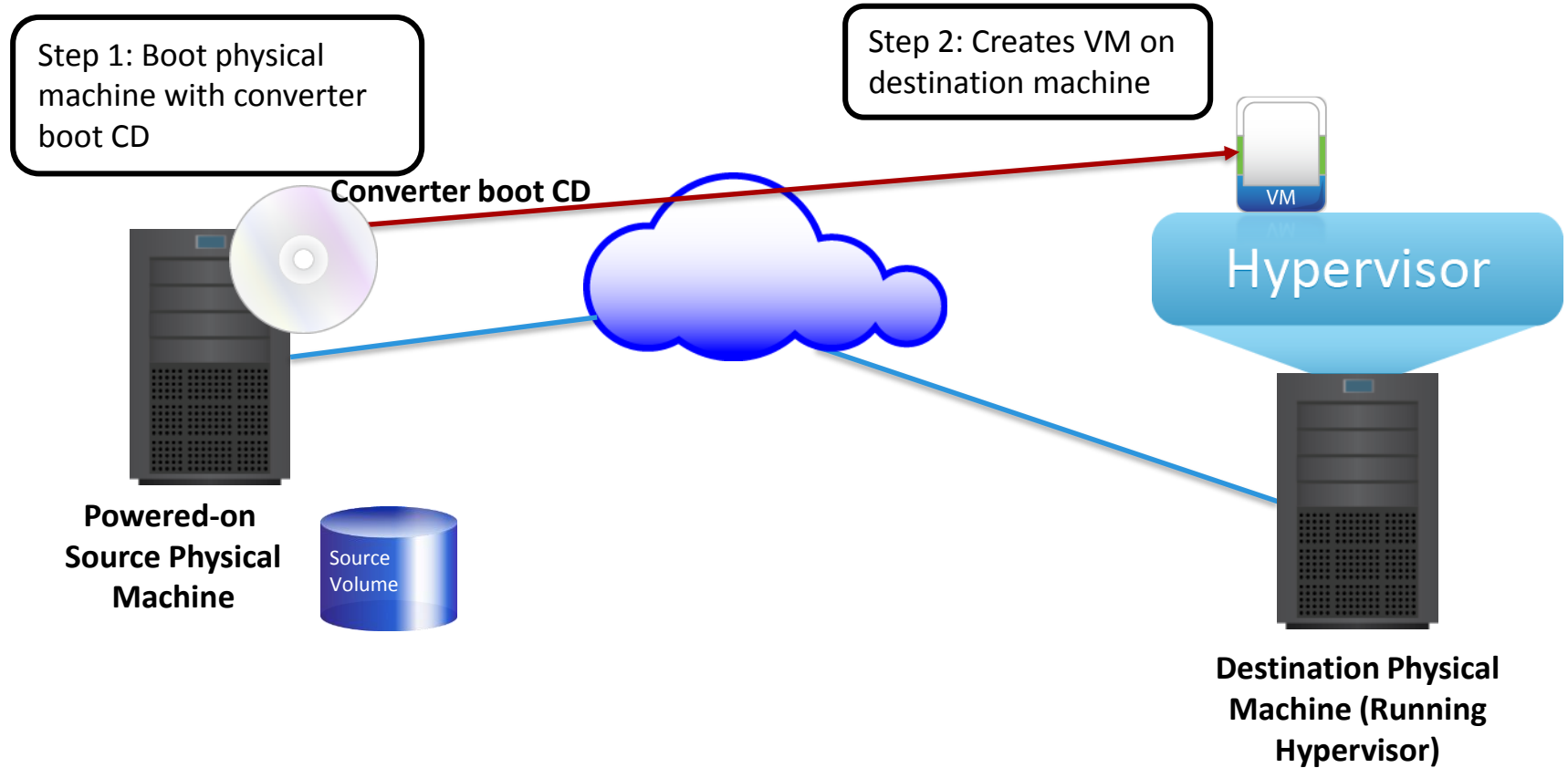
Processo de Conversão Hot



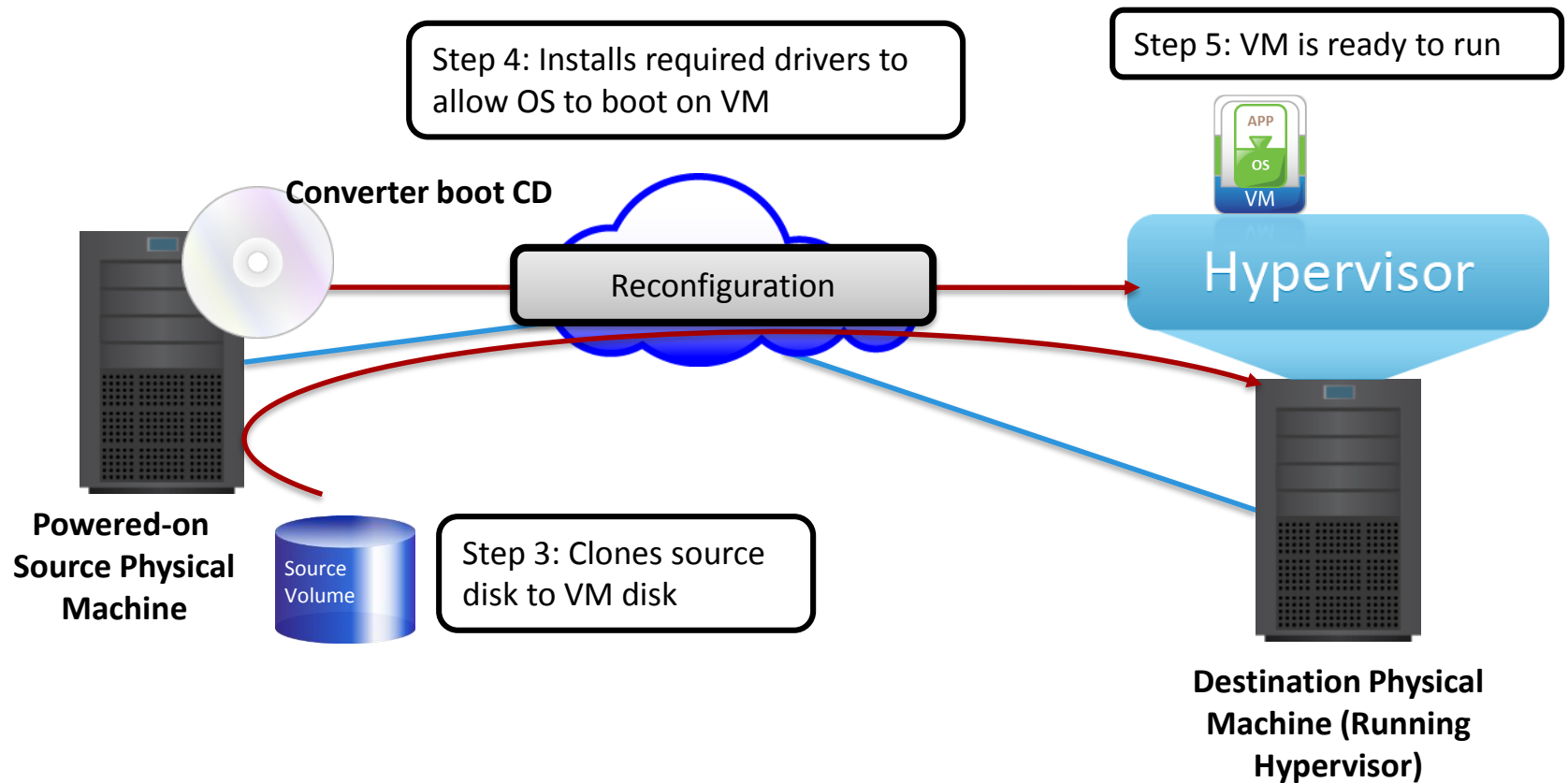
Processo de Conversão Hot (cont.)



Processo de Conversão Cold



Processo de Conversão Cold (cont.)

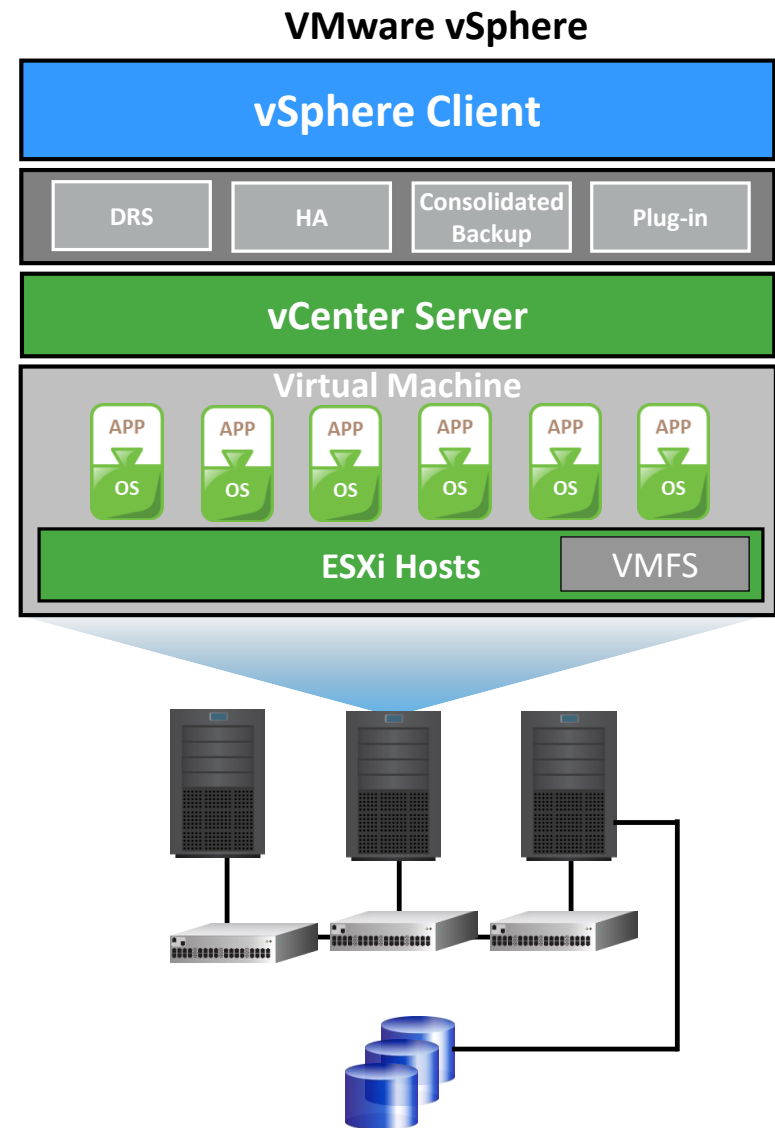


Conversão P2V: Considerações

- Alguns drivers dependentes de hardware e unidades de letters mapeadas não são preservados
- Configuração da máquina de origem se mantém inalterada como:
 - ▶ Configuração do Sistema operacional (SO), como computador, nome, segurança ID, conta de usuário, perfil e preferências
 - ▶ Aplicações e arquivos de dados
 - ▶ Número da série de volume para cada partição de disco
- As máquinas de origem e de alvo terão as mesmas identidades
 - ▶ Executá-los na mesma rede pode resultar em conflitos
- Aplicações que dependem das características de hardware não devem funcionar

Conceito na Prática: VMware vSphere

- Uma virtualização de infraestrutura que fornece:
 - ▶ Virtualização
 - ▶ Resources management and optimization
 - ▶ Alta disponibilidade
 - ▶ Automação operacional
- vSphere consiste nos seguintes componentes chave:
 - ▶ VMware ESXi
 - ▶ VMware vCenter Server
 - ▶ VMware vCenter Client
 - ▶ VMware vStorage VMFS



Conceito na Prática: VMware vCenter Converter

- Converte máquinas físicas para máquinas virtuais (MVs)
- Suporta a conversão do MV para criar um terceiro software para VMware VM

