



# CKP7500 - SISTEMAS DISTRIBUÍDOS E REDES DE COMUNICAÇÃO

Professores:

Fernando Antonio Mota Trinta

Windson Viana



# SMD0050 - SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

**Professores:**

**Fernando Antonio Mota Trinta**

**Windson Viana**



# Virtualização

**Professores:**

**Fernando Antonio Mota Trinta**

**Windson Viana**

## Virtualização

- Não é um conceito recente...
  - 1960 – IBM M44/44X
  - 70s – OS/370
- Desinteresse com a chegada do PC
  - Simples e versátil
  - Sem recursos para virtualização
- Retomada com novas aplicações
  - Máquina Virtual Java
  - Computação em Nuvem

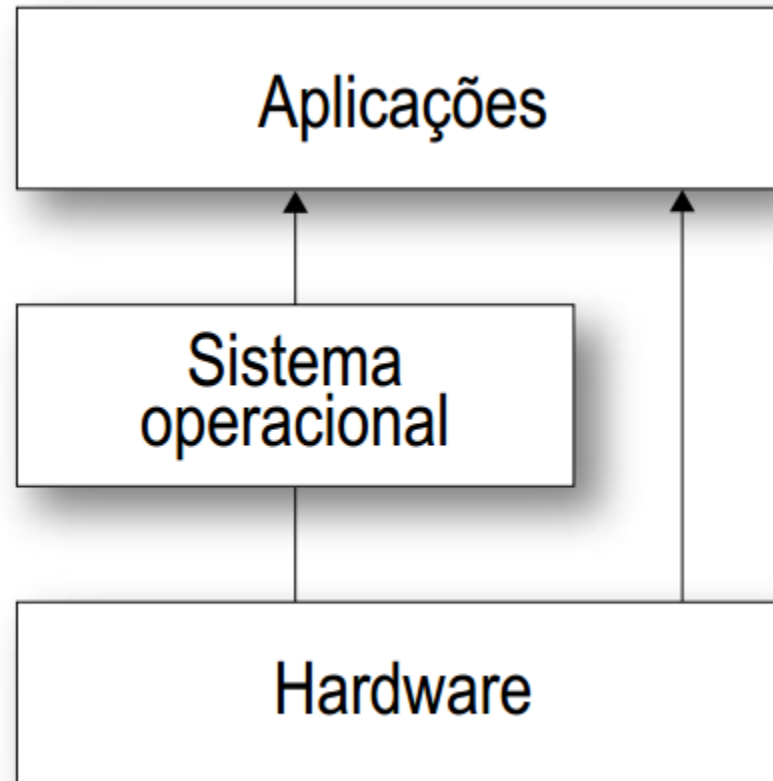
## O que seria virtualizar?

- Técnica que “mascara” as características físicas de um recurso computacional dos sistemas, aplicações ou usuários que os utilizam (Enterprise Management Association)
  - Desktops remotos, de discos virtuais
- O termo máquina virtual foi introduzido na década de 60 como um conceito de sistemas operacionais para indicar uma abstração em software de um sistema computacional em hardware.

## Por que virtualizar?

- Diminuição de custos
  - Uso eficiente de recursos por compartilhamento
  - Aumento do ROI (Return on Investment)
  - Diminuição de Despesas de Capital e Operação
- Aumento no tempo de vida uma tecnologia
- GreenIT
  - Diminuição de uso de recursos energéticos

## Por que virtualizar?



## Por que virtualizar?

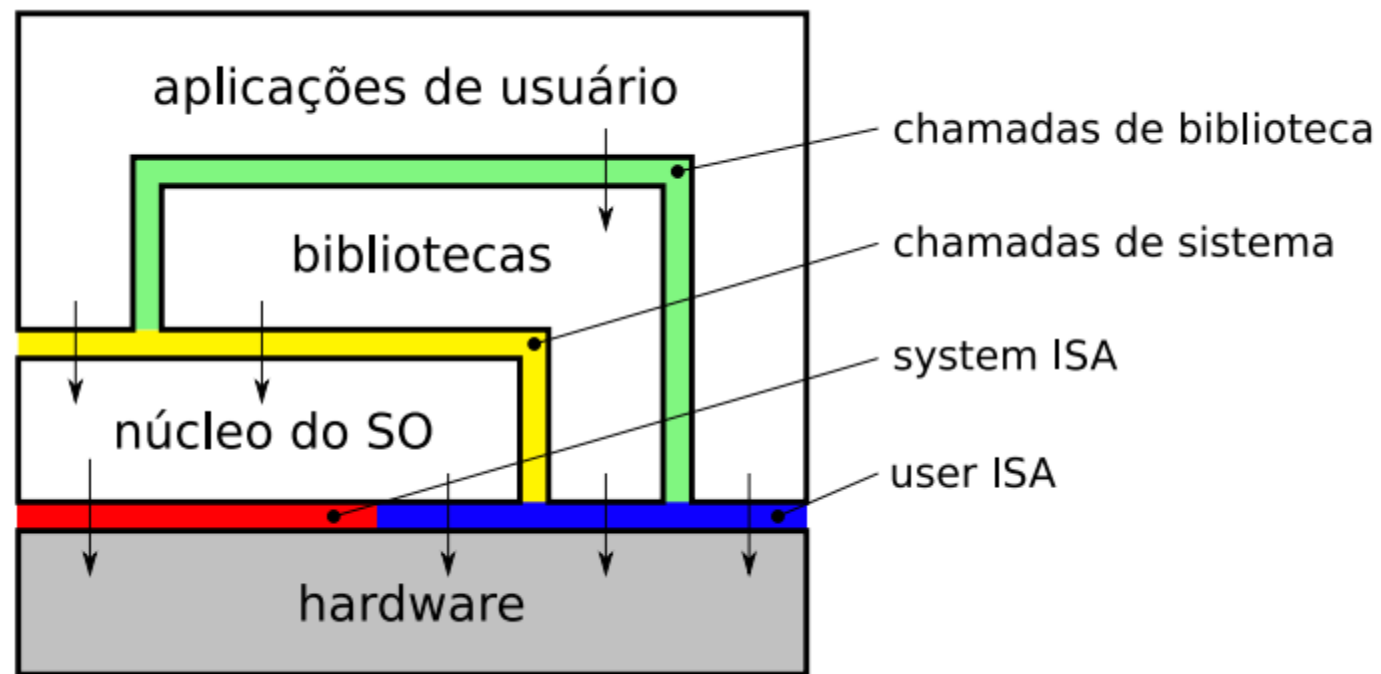
- As interfaces existentes entre os componentes de um sistema de computação são:
  - Conjunto de instruções (ISA – Instruction Set Architecture)
    - Instruções de usuário (User ISA)
    - Instruções de sistema (System ISA)
  - Chamadas de sistema (syscalls)
  - Chamadas de bibliotecas (libcalls)



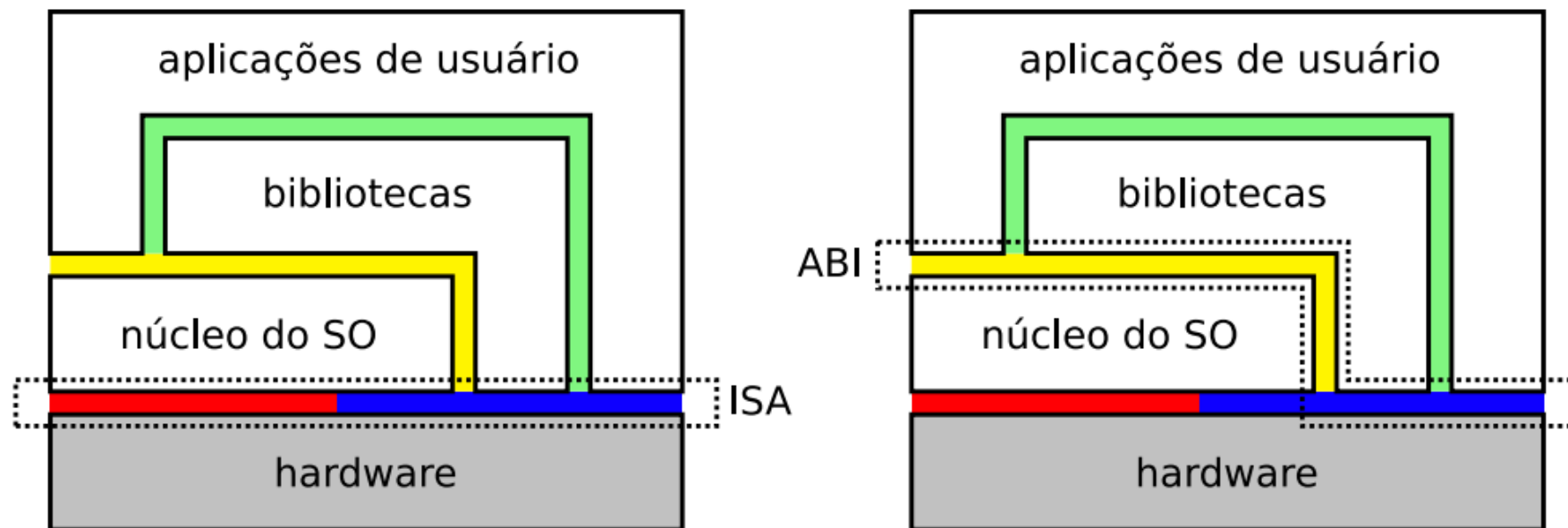
## Desvantagem

- Principal problema com a virtualização é questão do desempenho
  - Camadas a mais de tradução das instruções causam um overhead no tempo de sua execução

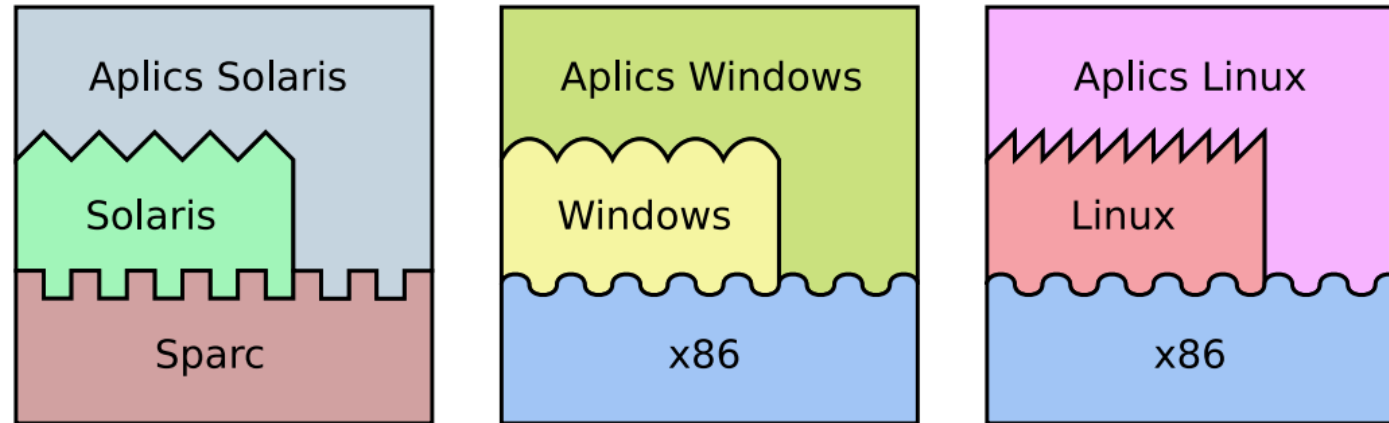
## Por que virtualizar?



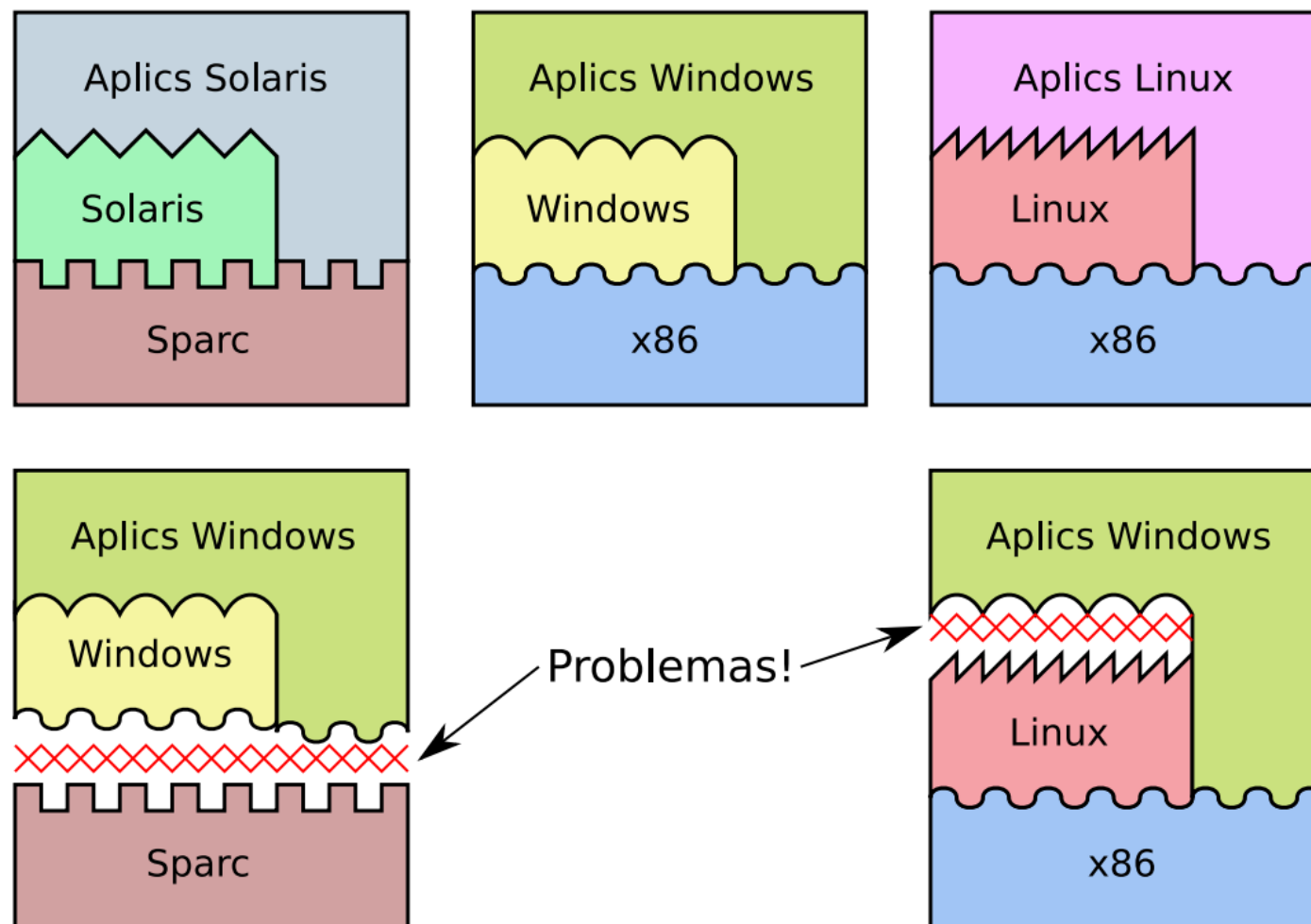
## Por que virtualizar?



## Compatibilidade entre interfaces

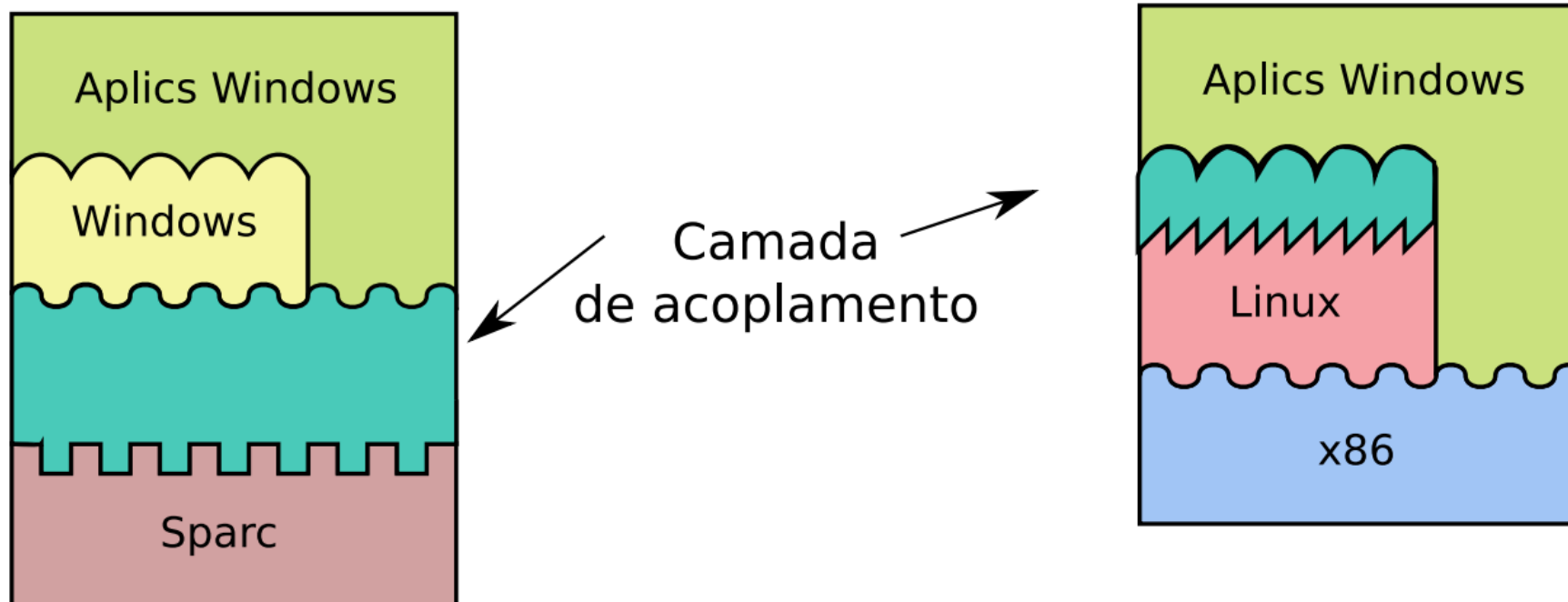


## Compatibilidade entre interfaces

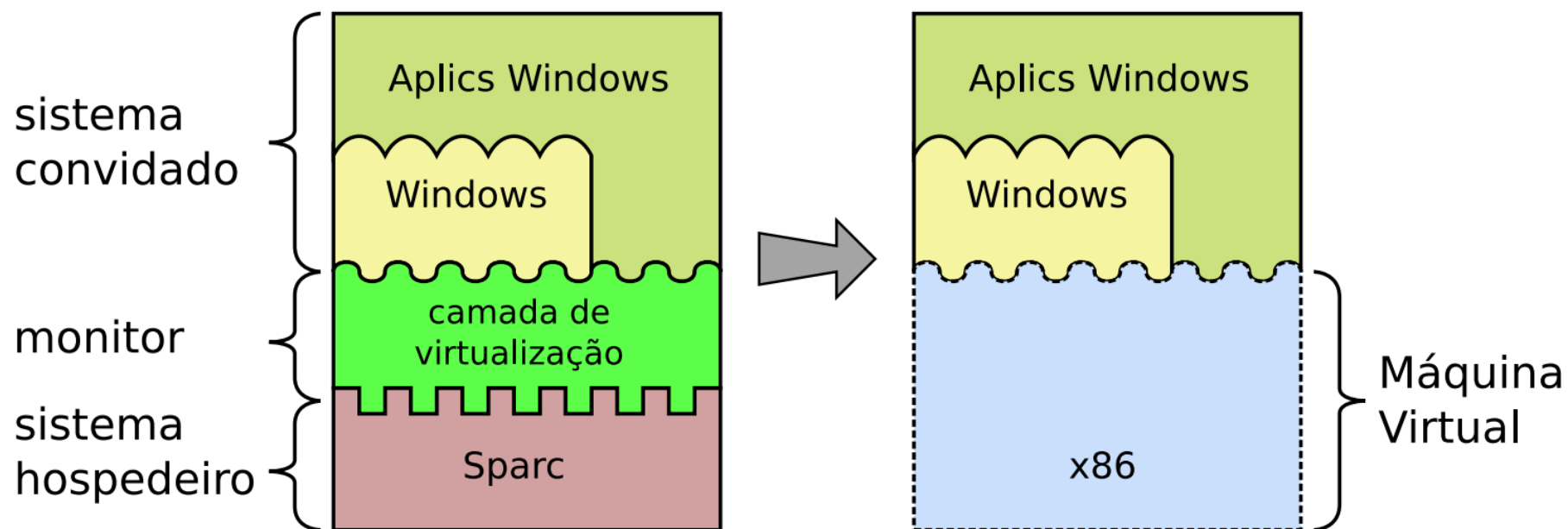


## Resolvendo a incompatibilidade

- Camada de Virtualização



## Compatibilidade entre interfaces



## Três elementos básicos

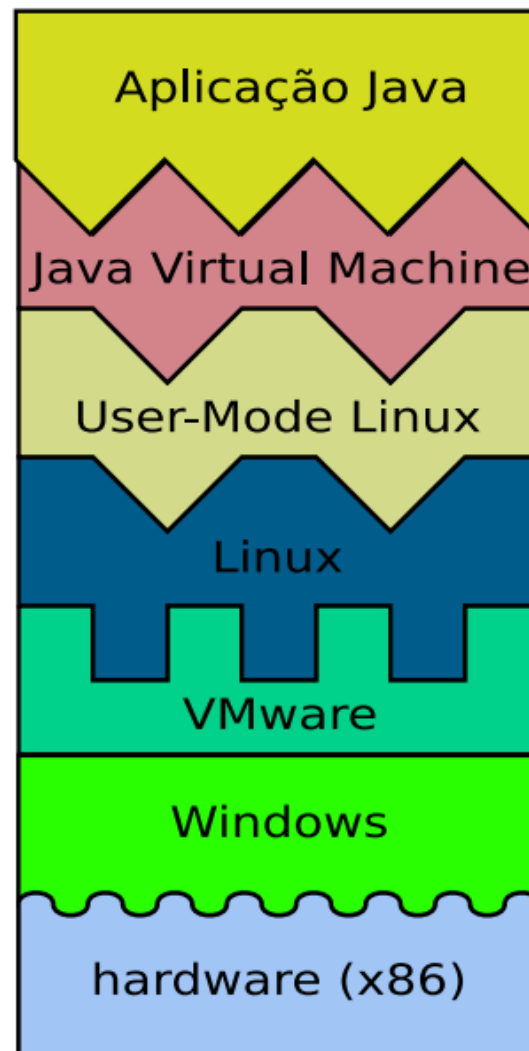
- O sistema real, nativo ou hospedeiro (host system), que contém os recursos reais de hardware e software do sistema;
- o sistema virtual, também denominado sistema convidado (guest system), que executa sobre o sistema virtualizado; em alguns casos, vários sistemas virtuais podem coexistir, executando simultaneamente sobre o mesmo sistema real;
- a camada de virtualização, hipervisor, ou monitor (VMM – Virtual Machine Monitor), que constrói as interfaces virtuais a partir da interface real



## Hypervisor

- Definição: software que faz com que um servidor suporte a implantação de MVs. É responsável por suportar esta abstração, e interceptar e emular algumas instruções emitidas pelas MVs
  - Provê uma interface que permite ao usuário inicializar, pausar, serializar e desligar múltiplas MVs
- Propriedades
  - Equivalência
  - Controle de recursos
  - Eficiência
  - Isolamento
  - Inspeção
  - Recursividade

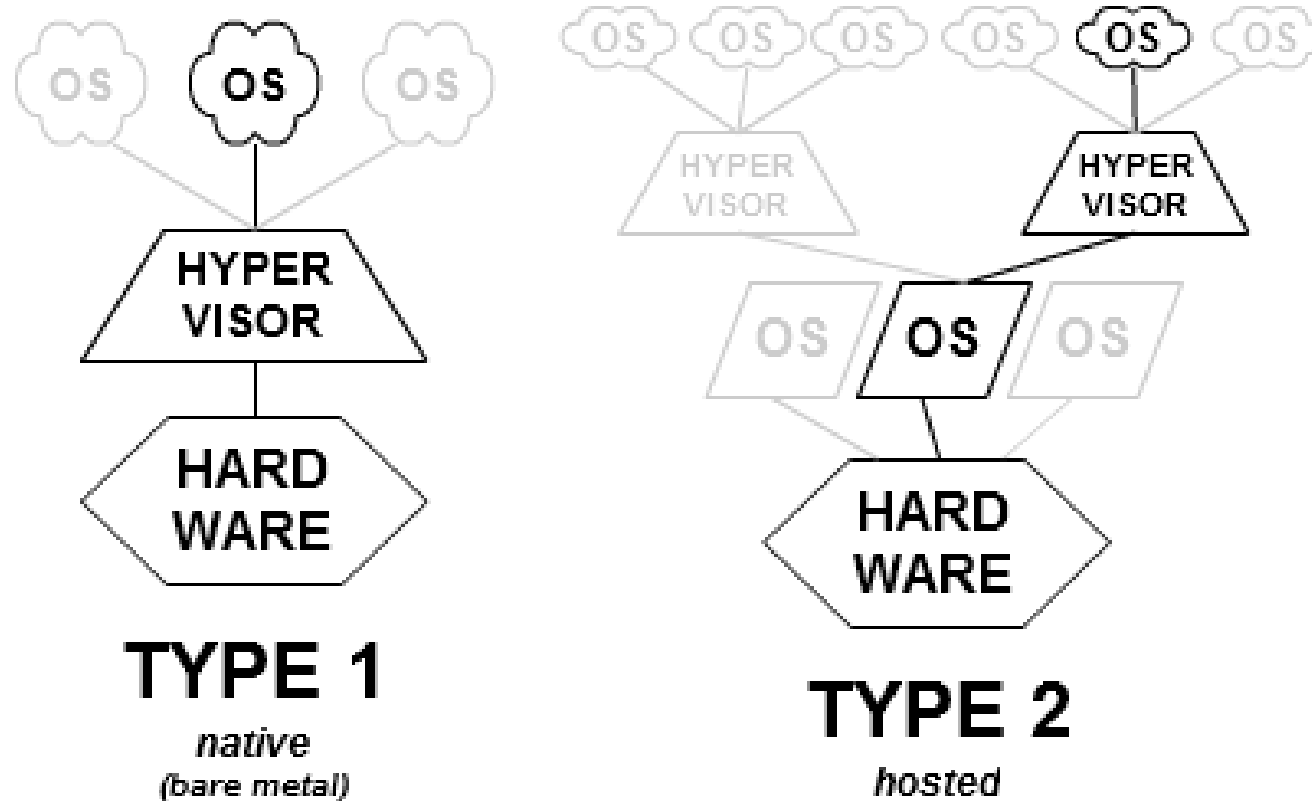
## Recursividade no Hypervisor



## Tipos de Hypervisor

- Tipo 1 (nativo ou bare metal)
  - Conversa diretamente com o hardware
  - As MVs rodam diretamente sobre ele
  - Exemplos:
    - Citrix XenServer, KVM, VMware ESX/ESXi, Microsoft Hyper-V
- Tipo 2 (hosted)
  - É executado sobre um sistema operacional normal
  - As MVs roda sobre estas 2 camadas de software
  - Exemplos:
    - VMware Workstation e VirtualBox

## Tipos de Hypervisor



## Tipos de Virtualização (o que virtualizar)

- Virtualização do SO
  - SO em um servidor, cópias a seus usuários
- Virtualização de Servidores
  - Servidores virtuais compartilhando mesmo hardware
- Virtualização de Memória
  - Pool de memória disponível compartilhada entre clientes
- Virtualização de Armazenamento
  - Cloud Storage
  - Ex: Dropbox
- Virtualização de Rede
  - Switchs, roteadores e placas de rede virtuais
- Virtualização de Aplicações

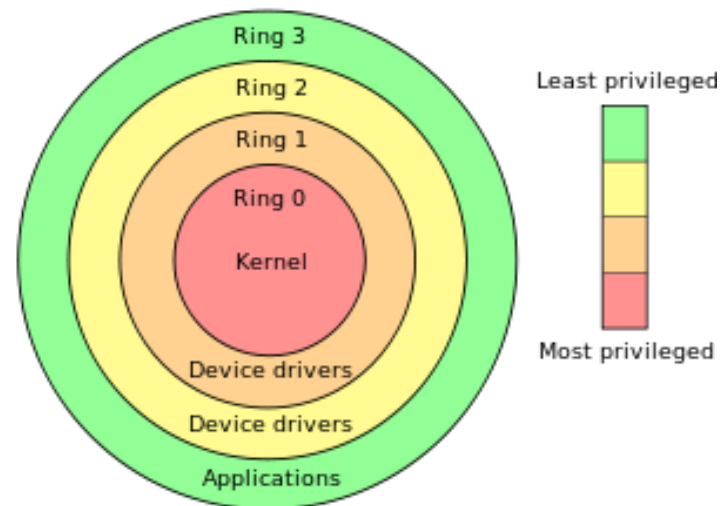
## Abordagens de Virtualização

- Existem diferentes maneiras de se implementar virtualização
- Tipos:
  - Virtualização total (full virtualization)
  - Paravirtualização (paravirtualization, PVM)
    - Virtualização ao nível do sistema operacional (OS-level virtualization)
  - Virtualização assistida por hardware (hardware-assisted virtualization, HVM)
- A principal diferença entre elas é a maneira como as instruções privilegiadas das MVs chegam de fato ao hardware.

## Abordagens de Virtualização

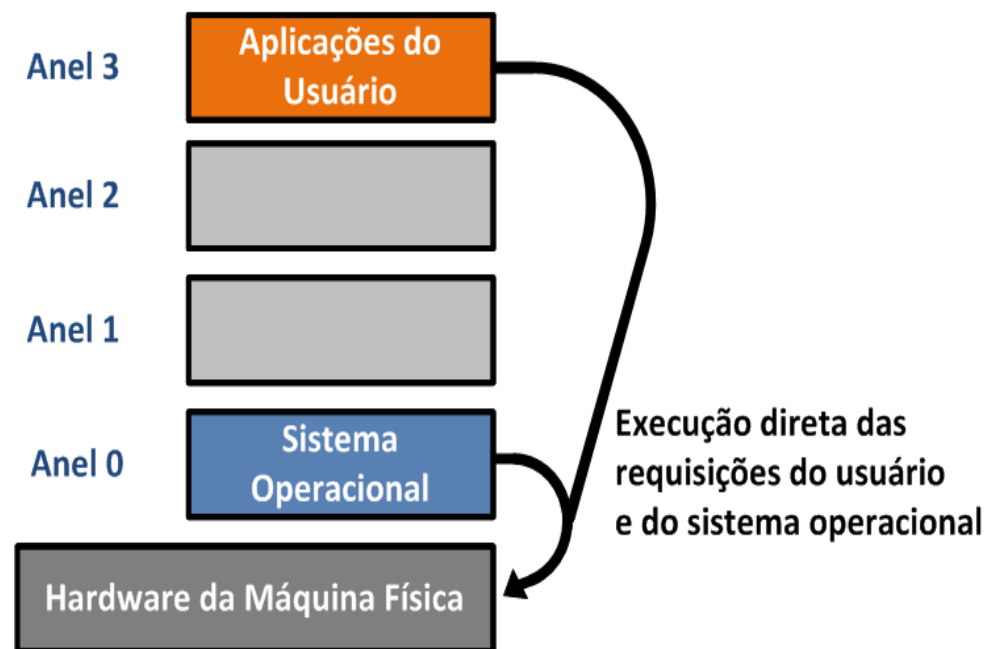
### ■ Arquitetura x86

- SOs x86 são projetados para funcionar diretamente sobre o hardware, de modo que, naturalmente, eles assumem que têm o controle total sobre o hardware.
- A arquitetura x86 oferece quatro níveis de privilégio, conhecidos como Anel 0, 1, 2 e 3, para sistemas operacionais e aplicativos poderem gerenciar o acesso ao hardware do computador.



## Abordagens de Virtualização

- Níveis de privilégio da arquitetura x86



- Algumas instruções sensíveis não podem ser virtualizadas, pois têm semânticas diferentes quando não são executadas no Anel 0
- Capturar e traduzir estes pedidos de instrução sensíveis e privilegiadas, em tempo de execução, foi o desafio que originalmente fez a virtualização da arquitetura x86 parecer impossível

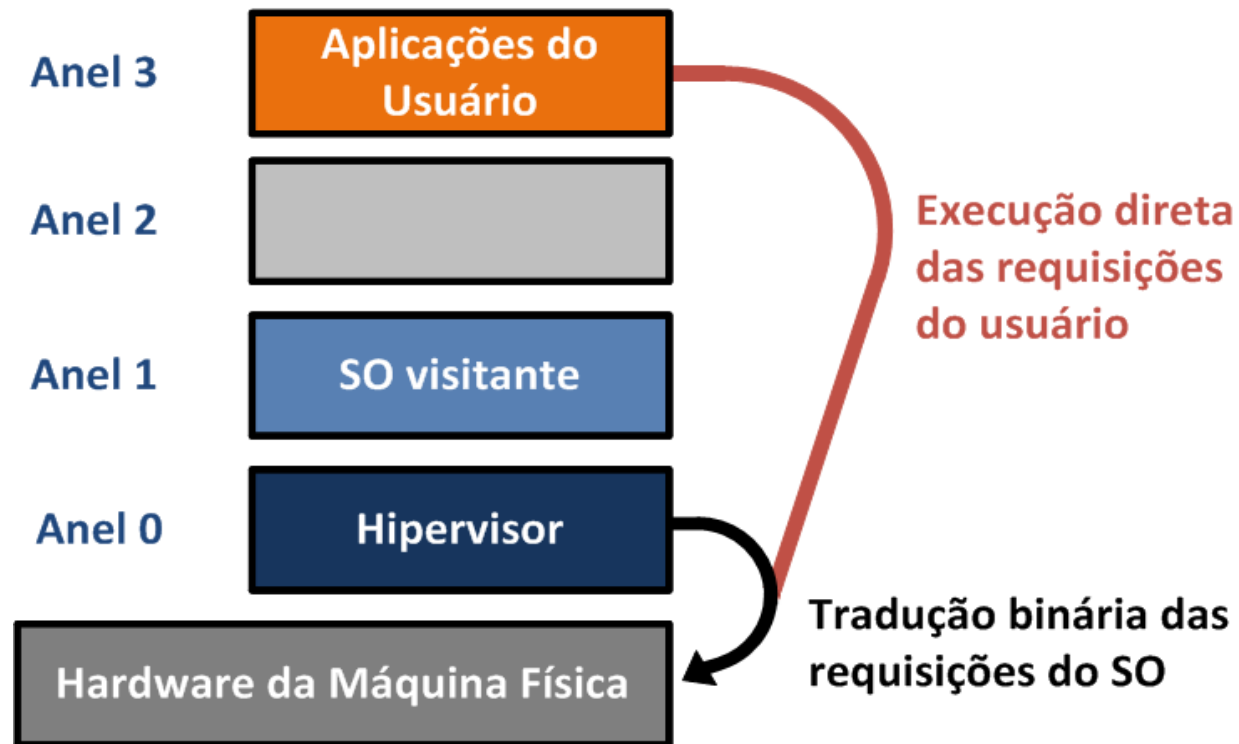


## Tipos de Virtualização

- Virtualização total
  - Fornece uma simulação completa do hardware subjacente através da emulação de hardware
  - Dispositivos de hardware artificiais são criados com tudo o que é preciso para executar um SO, sem a necessidade de modificar o kernel do SO visitante
  - Utiliza-se uma combinação de tradução binária e técnicas de execução direta para executar as chamadas do sistema
  - Chamadas são interceptadas pelo hipervisor, que as mapeia para o hardware real subjacente, enquanto parte do código do nível do usuário pode ser executado diretamente no processador para obter um melhor desempenho
  - O SO visitante não tem conhecimento de que está sendo executado em hardware virtualizado
  - Exemplos: VMWare Workstation e Virtual Box

## Tipos de Virtualização

- Virtualização Total



## Tipos de Virtualização

- Full Virtualization

- Pros

- Maior isolamento e segurança entre MVs
    - Diferentes SOs convidados em execução simultânea
    - SO convidado sem alteração
    - Permite migrar para acesso convencional

- Cons

- Tradução Binária
    - Overhead
    - Necessário suporte adequado entre hypervisor/hardware

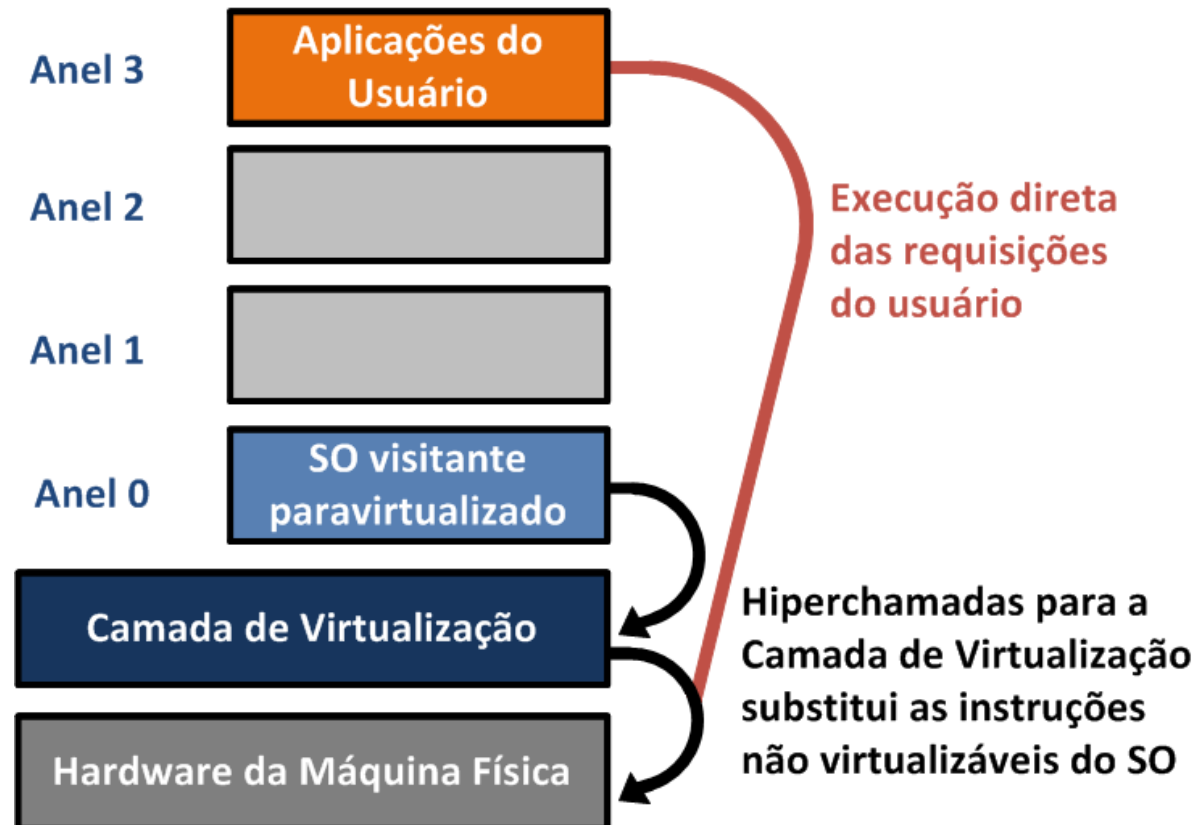
## Tipos de Virtualização

### ■ Paravirtualização

- Kernel do SO visitante é modificado especificamente para executar no hipervisor
- Envolve a substituição de quaisquer operações privilegiadas, por chamadas para o hipervisor, conhecidas como hiperchamadas (hypercalls)
- O hipervisor, por sua vez executa a tarefa em nome do kernel da MV e também fornece interfaces de hiperchamada para outras operações críticas do kernel
- Tenta corrigir os problemas da virtualização total permitindo que os SOs visitantes tenham acesso direto ao hardware subjacente
- SO visitante sabe que está sendo executado em hardware virtualizado
- Exemplo: Xen

## Tipos de Virtualização

- Paravirtualização



## Tipos de Virtualização

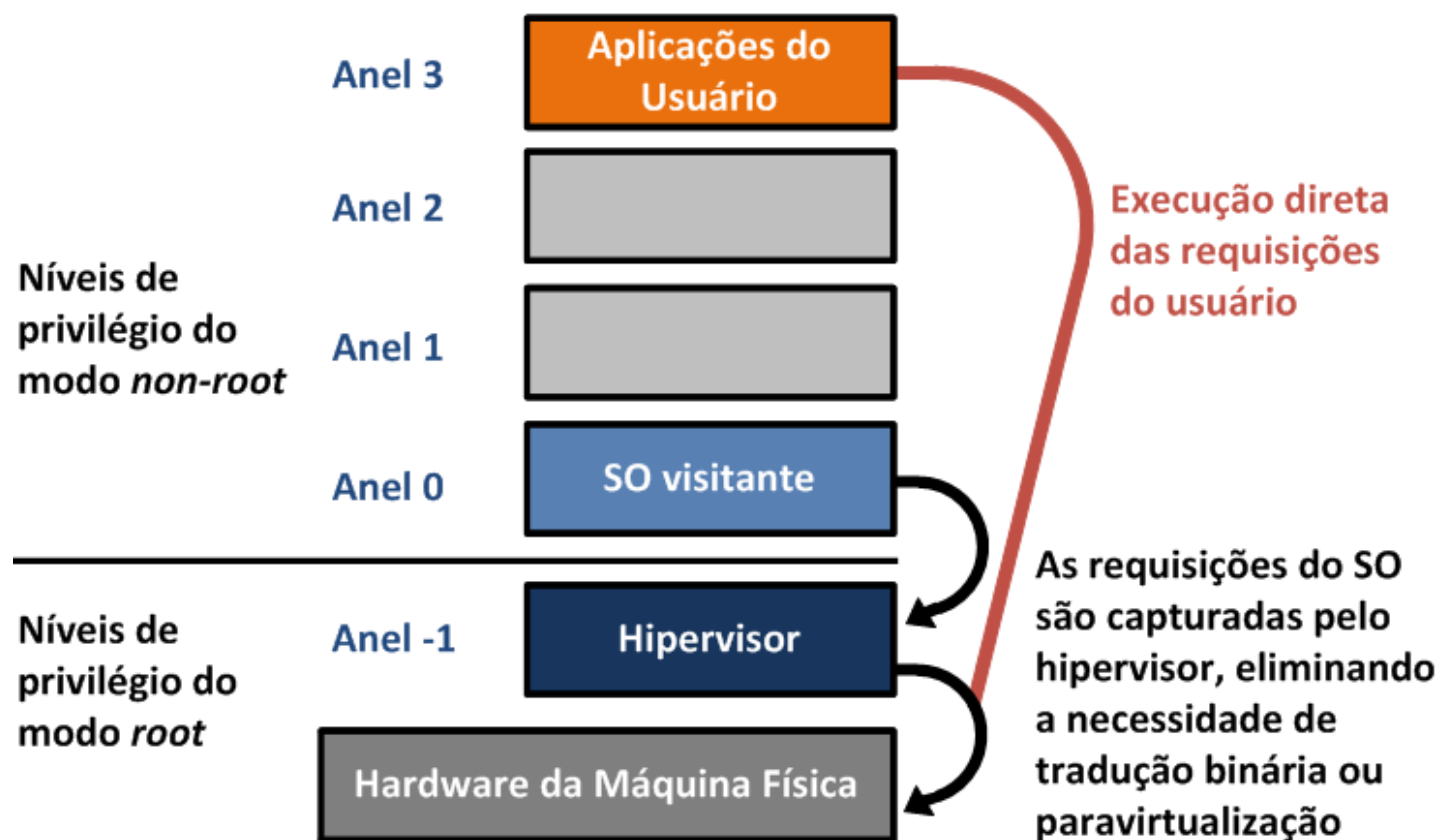
- ParaVirtualization
  - Pros
    - Sem overhead de tradução binária
  - Cons
    - Modificação no SO convidado
    - Impossibilita migração para hardware
    - Falta de retrocompatibilidade

## Tipos de Virtualização

- Virtualização assistida por hardware
  - Recursos de virtualização adicionados nas últimas gerações de CPUs
    - Tecnologias Intel VT e AMD-V : oferecem extensões necessárias para executar MVs com SO não modificado, sem as desvantagens inerentes à emulação de CPU da virtualização total
  - Processadores novos fornecem modo de privilégio adicional (Anel -1)
  - Hypervisor virtualiza eficientemente todo o conjunto de instruções x86
    - Os hipervisores que suportam esta tecnologia podem funcionar no Anel -1 e os SOs visitantes podem utilizar a CPU no Anel 0, como fariam normalmente se estivessem sendo executados numa MF
  - SOs visitantes não precisam ser modificados
    - Exemplos: KVM, QEMU, modo HVM do Xen

## Tipos de Virtualização

- Virtualização assistida por hardware





## Tipos de Virtualização

- Virtualização assistida por hardware
  - Pros
    - Sem overhead de tradução binária
    - Sem modificação do SO convidado
  - Cons
    - Disponibilidade apenas processadores de nova geração

## Outras questões importantes

- Segurança
  - Novos tipos de Ameaça
    - Ataques ao SO Convidado
    - Ataques ao SO Hospedeiro

# Dúvidas?

