

ATIVIDADE 1

MÁQUINAS VIRTUAIS

Existem hoje diversas tecnologias e produtos para virtualização de computadores e ambientes de execução, o que pode gerar uma certa confusão de conceitos. Apesar disso, cada um desses diferentes tipos de virtualização é adequado a finalidades distintas.

É possível separar, por exemplo, a virtualização de Desktop da virtualização de servidores, virtualização por hardware ou por software, mas mesmo essas diferenciações podem não ser suficientemente claras para impor limites claros entre as diferentes modalidades de virtualização.

Um bom ponto de partida para entender onde atuam os diferentes tipos de virtualização é partir do conceito de um computador convencional, não virtualizado, e distinguir nele os elementos essenciais de arquitetura.

1.1 Arquiteturas não virtualizadas

Em um computador tradicional, não virtualizado, é possível distinguir dois elementos lógicos em sua arquitetura: *hardware* e *software* (sistema operacional e aplicativos).

O software em nível mais baixo – o núcleo do sistema operacional em si – é desenvolvido para um tipo de hardware específico, como a arquitetura *x86*, a mais

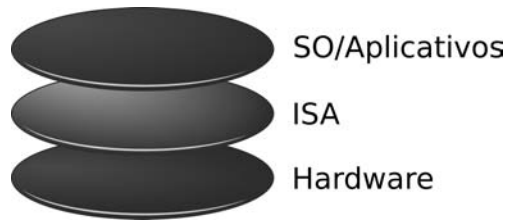


Figura 1.1: A ISA (Instruction Set Architecture) é a interface entre software e hardware e determina quais instruções o compilador pode utilizar ao gerar um programa a partir do código fonte.

utilizada na imensa maioria dos computadores pessoais. O sistema operacional, por sua vez, oferece ao software em nível mais alto – ambientes de operação e programas em geral – a interface para utilização dos recursos da máquina.

O conjunto de instruções que o software pode utilizar para manipular os recursos de hardware – principalmente processador, memória e comunicação com dispositivos – é chamado de *ISA (Instruction Set Architecture)*.

Também podemos imaginar a ISA como o “idioma” utilizado pelo compilador ao traduzir (compilar) um texto em linguagem de programação para as operações correspondentes que sejam compreensíveis pelo processador (figura 1.1). Cada arquitetura possui um idioma diferente, sendo necessário que o sistema operacional e o compilador utilizado para gerar seus programas o conheçam.

1.2 Arquiteturas virtualizadas

A virtualização insere nesse modelo uma camada acima da ISA. Essa camada pode estar apenas no nível dos aplicativos em geral, quando é chamada *virtualização de processo*, ou no nível do sistema operacional, quando é chamada *virtualização de sistema*.

Dentro de cada uma dessas modalidades, é possível que o ambiente virtualizado trabalhe com a mesma ISA ou numa ISA diferente, variando de acordo com a tecnologia utilizada.

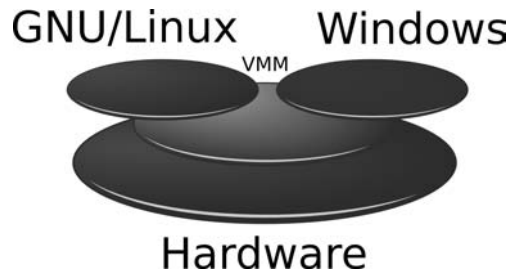


Figura 1.2: Por meio de uma camada de virtualização – aqui chamada VMM, Virtual Machine Monitor – dois sistemas operacionais podem compartilhar a mesma ISA simultaneamente.

1.2.1 Virtualização de processos

A virtualização de processos muitas vezes sequer é percebida como virtualização. Isso se deve ao fato de não existir um sistema operacional em execução paralela, mas apenas um programa operando num ambiente isolado.

Esse tipo de virtualização acontece quando o sistema operacional “engana” um processo, abstraíndo-o para um ambiente isolado e mediando a comunicação ISA.

A virtualização de processo utilizando ISA distintas também é bastante comum. As máquinas virtuais Java – JVM – trabalham dessa forma, possibilitando que o mesmo programa opere em diferentes arquiteturas sem tomar conhecimento da ISA da máquina hospedeira.

1.2.2 Virtualização de sistema

Também é possível fazer a mesma divisão no caso da virtualização completa, onde todo um sistema operacional é executado dentro de um ambiente virtual ou parcialmente virtual.

No primeiro caso, todos os sistemas operacionais – o *host* e os *guests* – compartilham a mesma ISA. A camada de virtualização copia essa interface e intercepta as operações privilegiadas dos sistemas operacionais. Isso é necessário porque os sistemas operacionais geralmente não sabem que eles não têm controle exclusivo sobre o hardware conforme seria esperado, mas precisam dividi-lo (figura 1.2).

A divisão das instruções é realizada pela instância denominada Hypervisor, que se posiciona entre a ISA e as máquinas operacionais. Dependendo da arquitetura

utilizada, o hypervisor pode trabalhar com sistemas operacionais convencionais ou com sistemas operacionais modificados. Neste último caso, o modelo de virtualização recebe o nome *paravirtualização*.

A paravirtualização é o modelo em que os sistemas operacionais virtualizados são modificados para trabalharem com o hypervisor. Isso é necessário quando não existe suporte no hardware para compartilhamento da ISA. É uma técnica muito utilizada em sistemas *Linux* com hypervisor *Xen*, devido ao fato do sistema poder ser modificado para essa finalidade por desenvolvedores independentes.

Terminologia de máquinas virtuais

Em virtualização, utiliza-se terminologia derivada dos conceitos de convidado e anfitrião. Por exemplo, o sistema operacional em execução numa máquina virtual pode ser chamado de *convidado*, *hóspede* ou *guest*, enquanto que o sistema instalado sobre o hardware real é chamado *anfitrião*, *hospedeiro* ou *host*. Ainda, quando a mesma ISA é compartilhada, existe a camada de virtualização chamada *Hypervisor* ou *Hipervisor*, encarregada de compartilhar uma ISA entre diferentes sistemas operacionais.

Na segunda categoria de virtualização de sistema, existe uma ISA para cada sistema operacional. Nesse caso, o sistema operacional não virtualizado é responsável por traduzir as instruções da ISA virtualizada para a ISA no hardware real (emulação).

Esse modelo torna possível a criação de uma máquina virtual com plataforma totalmente diferente do hardware real utilizado. É o que acontece, por exemplo, nos emuladores de jogos.

Contudo, o uso mais comum no contexto de sistemas operacionais virtualizados é criar uma máquina virtual da plataforma x86 convencional, com a finalidade de instalar um sistema operacional não modificado mesmo que o hardware real não possua suporte específico para virtualização.

Um outro grupo de máquinas virtuais são as máquinas virtuais co-projetadas (*CVM* ou *Co-designed Virtual Machines*). A camada de virtualização é implementada em hardware, com o objetivo de facilitar a migração de um sistema operacional para outra arquitetura, tornando necessária apenas a modificação da camada de virtualização. Um exemplo desse uso é o *System/38* da IBM, precursor do *AS/400 (iSeries)*, onde foi possível trocar a plataforma de hardware IPMI pela PowerPC.

1.3 Vantagens da virtualização

A virtualização pode oferecer benefícios em diferentes aspectos. Tanto no ambiente de servidores quanto no ambiente desktop. Virtualizar sistemas operacionais pode garantir grandes vantagens:

- Utilizar programas desenvolvidos para outro sistema operacional sem necessidade de reiniciar o sistema ou recorrer a outra máquina. Mesmo máquinas antigas podem ser virtualizadas em hardware atual para utilização de sistemas legados.
- Custos de hardware e eletricidade são drasticamente reduzidos, principalmente em ambientes como datacenters. Em geral, uma única máquina pode substituir mais de dez máquinas convencionais.
- Máquinas virtuais são ideais para análise e depuração de desenvolvimento. Sistemas podem ser recuperados em caso de falhas, o que evita refazer sua instalação ou configuração.
- Situações de aprendizado são facilitadas à medida que danos ao sistema operacional podem ser descartados facilmente. Pode-se recuperar e disponibilizar rapidamente máquinas virtuais pré-instaladas.

Apesar de não exigirem hardware exclusivo, após instaladas e configuradas essas máquinas se comportam de maneira praticamente idêntica à máquinas tradicionais. Dessa forma, é possível administrá-las via rede da mesma forma que se faria com uma máquina tradicional. Como veremos ao longo deste livro, existem diversas maneiras de configurar a rede de uma máquina virtual e tornar disponíveis seus recursos.

1.4 Hardware para virtualização

Apesar da virtualização não ser assunto novo em várias plataformas, não se pode dizer o mesmo para a plataforma x86, a mais utilizada nos computadores domésticos e servidores mais comuns.

Os processadores x86 foram desenvolvidos para trabalhar com exclusividade de privilégio, ou seja, apenas uma instância de sistema operacional é capaz de executar os comandos de baixo nível de servidor.

Recentemente, os maiores fabricantes de processadores – Intel e AMD – passaram a oferecer processadores x86 com suporte a virtualização. Isso quer dizer que várias instruções não precisam ser intermediadas pelo host, mas podem passar diretamente da máquina virtual para o processador.

A tecnologia desenvolvida pela Intel recebeu o nome *Intel VT®* e a tecnologia desenvolvida pela AMD recebeu o nome *AMD Virtualization* ou simplesmente *AMD-V®*. Por princípio, nenhuma leva vantagem sobre a outra, pois questões relacionadas a capacidade e desempenho ficam reservadas às características do próprio processador.

Na plataforma x86, tanto a virtualização com hypervisor (mesma ISA) quanto a virtualização sem hypervisor (diferentes ISA) podem tirar proveito dos recursos de virtualização do processador.

1.5 Virtualização com VirtualBox

O VirtualBox, originalmente um produto desenvolvido pela empresa alemã Innotek – adquirida pela Sun Microsystems (esta última tendo sido recentemente adquirida pela Oracle) –, é um conjunto de ferramentas para virtualização destinado tanto ao ambiente de desktop quanto ao ambiente de servidores. O VirtualBox oferece virtualização de sistemas operacionais de 32 ou 64 bits e pode criar máquinas virtuais mesmo com processadores sem recurso de virtualização.

O VirtualBox roda sobre um sistema operacional já instalado, que pode ser Windows, Linux, Mac OS X e Solaris. O hardware necessário depende dos sistemas e recursos que serão virtualizados. Mesmo máquinas mais modestas e sem suporte a virtualização por hardware podem abrigar máquinas virtuais, mas a performance pode ficar muito abaixo do esperado.

Em sua forma mais tradicional de utilização, o VirtualBox abre uma janela que corresponde à tela da máquina virtualizada. O teclado e mouse são compartilhados entre a máquina real e a máquina virtual. Apesar de não ser necessário, o VirtualBox oferece os componentes chamados “adicionais de convidado” (*Guest Additions*), que melhoram a integração com a tela da máquina virtual e o desempenho do vídeo. Além disso, com os adicionais de convidado fica disponível o recurso de pastas compartilhadas, que permite a troca de arquivos entre a máquina real e a máquina virtual mesmo que a rede não tenha sido configurada.

1.5.1 Hardware da máquina virtual

O VirtualBox cria um conjunto de hardware genérico, que será enxergado pelo sistema virtualizado como sendo o hardware real. Alguns componentes estão diretamente relacionados ao hardware real, como recursos de processador e endereçamentos de memória. Outros, como interfaces de rede e dispositivos de armazenamento, podem ser criados conforme a necessidade do sistema virtualizado.

Alguns recursos avançados de hardware podem ser compartilhados com a máquina virtual. Por exemplo:

- **Multiprocessamento** – É possível criar máquinas virtuais com até 32 processadores.
- **Simulação de hardware real** – A máquina virtual pode simular recursos encontrados na maioria das máquinas reais, facilitando a migração de um sistema instalado num hardware real para um hardware virtual. Por exemplo, a máquina virtual pode simular o *I/O APIC (Input/Output Advanced Programmable Interrupt Controller)*.
- **Dispositivos USB** – É possível utilizar na máquina virtual dispositivos USB conectados à máquina real.
- **Suporte a ACPI** – Além de facilitar a migração a partir de máquinas virtuais criadas com outras soluções de virtualização, o suporte a ACPI permite que o sistema operacional virtualizado seja capaz de conhecer os detalhes sobre o estado de alimentação da máquina real. Por exemplo, se a máquina real está operando com energia da bateria.
- **Múltiplas resoluções de tela** – As dimensões da tela na máquina virtual são independentes da tela na máquina real.
- **Suporte a iSCSI** – O armazenamento descentralizado é muito comum em infraestruturas virtualizadas. O VirtualBox permite que as máquinas virtuais acessem diretamente um armazenamento iSCSI, sem necessidade de intermédio do host.
- **Boot por PXE** – As interfaces de rede virtuais são compatíveis com boot remoto via *PXE (Preboot eXecution Environment)*.

Nem todos os sistemas operacionais virtualizados são capazes de trabalhar com alguns desses recursos. Por exemplo, sistemas operacionais mais antigos não são capazes de trabalhar com múltiplos processadores. Portanto, como veremos na atividade de criação de máquinas virtuais, cada sistema operacional virtualizado demanda um tipo de hardware virtualizado.

1.6 Revisão da atividade

Virtualização pode significar diferentes conceitos, dependendo do contexto em que o termo for utilizado. A virtualização de processos é a execução de um programa dentro de um ambiente isolado, independente de plataforma, enquanto que a virtualização de sistema permite instalar e operar um sistema operacional completo paralelamente a um sistema em operação. A virtualização de sistema proporciona vantagens como economia de hardware, redução de consumo de energia e de espaço.

Hoje já existem processadores da plataforma x86 com recursos específicos para virtualização, proporcionando melhor desempenho e utilização opcional de virtualização por hypervisor, onde diversas máquinas virtuais podem comunicar-se com a mesma ISA (Instruction Set Architecture).

A virtualização por hardware – Intel VT e AMD-V – também pode ser utilizada quando é criada uma ISA virtual para cada máquina virtual. Dessa forma, instruções da máquina virtual são feitas diretamente na ISA real, sem intermédio do host. O VirtualBox usa essa abordagem, mas também pode trabalhar em máquinas que não possuem os recursos de virtualização por hardware.

O VirtualBox é utilizado a partir de um sistema operacional já instalado, onde pode criar diversas instâncias de máquinas virtuais para outros sistemas operacionais. O hardware da máquina virtual pode ser dimensionado de acordo com o sistema operacional a ser virtualizado e suas finalidades, sendo seus recursos limitados apenas por aqueles disponíveis na própria máquina real.