

VIRTUALIZAÇÃO INTRODUÇÃO À VIRTUALIZAÇÃO

Autor: Me. Ricardo César Ribeiro dos Santos

Revisor: Luciana de Castro Lugli

INICIAR

introdução

Introdução

A virtualização enquanto tecnologia não é novidade. Os trabalhos na área se iniciaram na década de 1960, quando a IBM criou o sistema operacional experimental M44/44X (LAUREANO; MAZIERO, 2008). Com o desenvolvimento tecnológico, essa técnica se popularizou e, cada vez mais, encontra espaço para a implementação de serviços de rede. Recentemente, com o desenvolvimento dos conceitos IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service) e SaaS (Software as a Service), os serviços de virtualização ganharam destaque, uma vez que é fundamental para a implementação desses modelos.

Nesta unidade, serão apresentadas as bases conceituais da virtualização, sobre as quais as próximas unidades se apoiarão. Serão apresentadas as motivações para o desenvolvimento da tecnologia e suas formas de aplicação. A unidade terminará com o estudo de um serviço comercial, o Amazon AWS, que permitirá ao aluno verificar como os conceitos são implementados em um ambiente de grande porte.

Prática de Virtualização

A virtualização de máquinas permite que em um mesmo sistema, compartilhando o mesmo hardware, existam dois ou mais ambientes computacionais distintos, com sistemas operacionais próprios, softwares distintos instalados e dados isolados entre si (CARISSIMI, 2008).

É importante elaborar um pouco mais sobre esse conceito. Note que, utilizando as técnicas de virtualização, é como se um sistema único fosse subdividido em dois ou mais, cada um com suas próprias características e sem tomar conhecimento dos demais. Isso quer dizer que, por padrão, os dados de uma máquina virtual não são acessíveis por outras, os softwares instalados em uma máquina não podem ser executados em outra e, caso uma das máquinas sofra um ataque, ou seja, infectada por um malware qualquer, as outras VMs (Virtual Machines ou Máquinas Virtuais) não serão infectadas, como se fossem computadores distintos.

Porém, do mesmo modo que computadores reais, máquinas virtuais podem ser interconectadas através de redes e oferecer, portanto, serviços entre máquinas. Nesse caso, um ataque a uma das máquinas pode atingir as demais se os devidos cuidados de segurança não forem observados.

No entanto, o administrador do sistema pode realizar o backup dos arquivos que definem essa máquina virtual em um determinado momento. E, caso essa seja corrompida ou atacada durante a utilização, é possível recuperar o backup e voltar para o estado anterior da máquina virtual, recuperando dados, arquivos, configurações de sistema e sistema operacional ao estado da data do backup (PORTNOY, 2012).

Para entender o funcionamento desse sistema, é necessário primeiro entender os componentes em que ele se baseia. É natural entendermos o funcionamento dos sistemas computacionais como uma série de camadas, cada qual com sua função. Tradicionalmente, considera-se um modelo em três camadas:

Hardware

É a camada que é responsável por gerenciar a parte física do sistema. Conta com dispositivos como memória, disco rígido, processador, placa de vídeo, etc...



Esse modelo é verdadeiro para o sistema operacional hospedeiro, que servirá

de base para a execução de outros sistemas virtualizados. Existe, entretanto, um outro componente que deve ser levado em consideração – o hypervisor (PORTNOY, 2012).

O Hypervisor

Para que seja possível implementar uma máquina virtual nos moldes discutidos anteriormente, é necessário que vários sistemas operacionais possam ser executados sobre o mesmo hardware, sem hierarquia entre si em um ambiente ideal. Essa forma de funcionamento visa minimizar o custo computacional e entregar a melhor performance possível dos sistemas operacionais ao usuário.

O hypervisor é um componente de software que fica entre o sistema operacional da máquina virtual e seu sistema hospedeiro e tem o propósito de escalonar máquinas virtuais da mesma forma que um sistema operacional faz com processos (PORTNOY, 2012). Um diagrama dessa arquitetura está ilustrado na Figura 1.2:

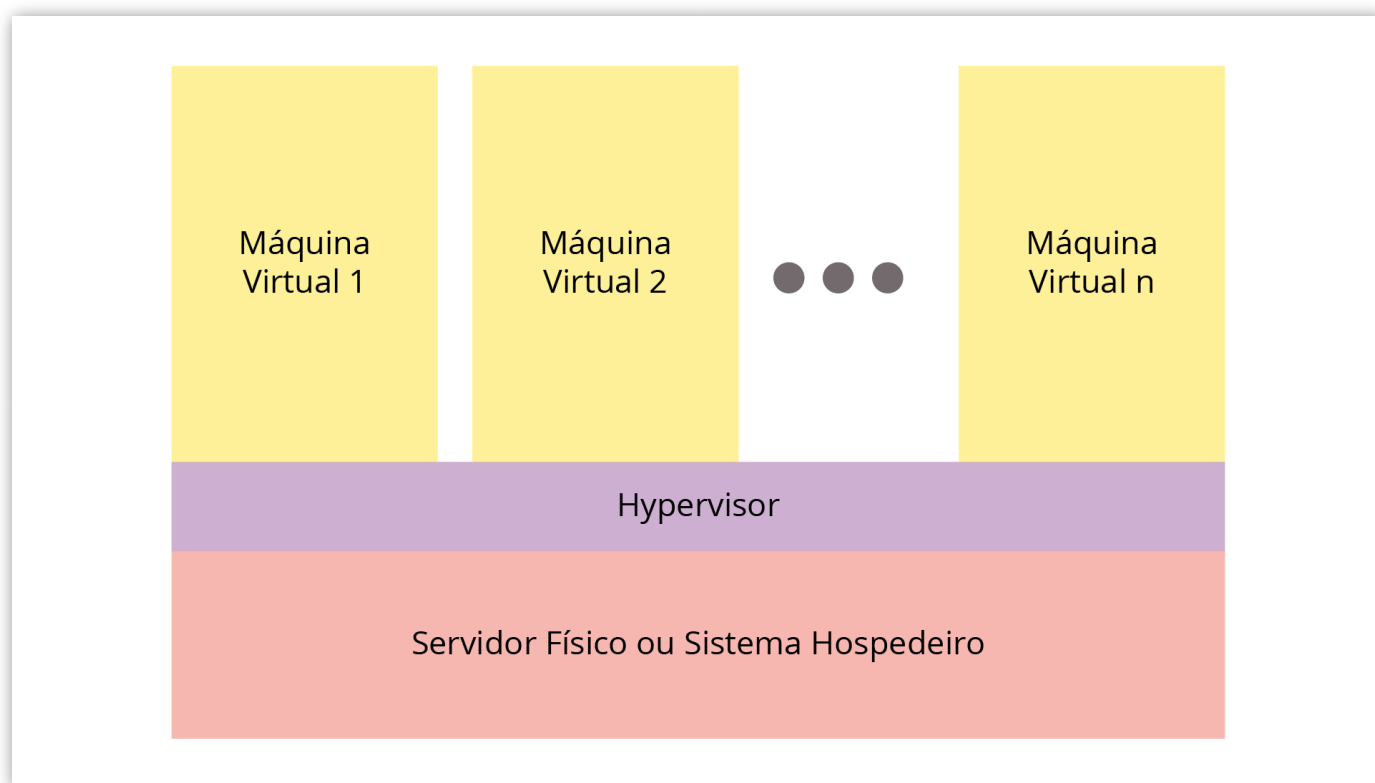


Figura 1.2 - Diagrama de camadas do hypervisor

Fonte: Elaborada pelo autor.

Da definição acima, é possível compreender que o hypervisor é um componente de *software* e, como tal, pode ser instalado, desinstalado ou substituído. Existem vários modelos no mercado para se escolher entre os desenvolvedores, por exemplo, Microsoft e Oracle.

Conforme mostrado na Figura 1.2, o hypervisor deve ser instalado sobre o sistema físico e dá base para a virtualização de um ou mais sistemas virtuais.

Esse componente é o responsável por escalonar as máquinas virtuais rodando na plataforma em questão da mesma forma que um sistema operacional faz com processos (CARISSIMI, 2008). Ou seja, efetua a alternância entre máquinas virtuais para dar ao usuário a impressão de que estão executando ao mesmo tempo.

Observado novamente a Figura 1.2, é possível notar que a camada mais baixa não é o *hardware* do sistema propriamente dito. Isso se dá pelo fato do hypervisor não ter uma maneira única de se comunicar. Existem, de fato, duas formas de se implementar um hypervisor: o tipo 1 e o tipo 2. Como esses nomes não carregam nenhuma informação em si, também são chamados de bare-metal e virtualização hospedada, respectivamente (PORTNOY, 2012).

Hypervisor Bare-metal

Esse tipo de hypervisor roda diretamente sobre o hardware da máquina, e as máquinas virtuais se comunicam diretamente com ele. Não há uma hierarquia entre os sistemas virtuais instalados no sistema, e todos os acessos a hardware ocorrem da mesma forma (PORTNOY, 2012).

Podemos observar esse tipo de arquitetura na Figura 1.3:

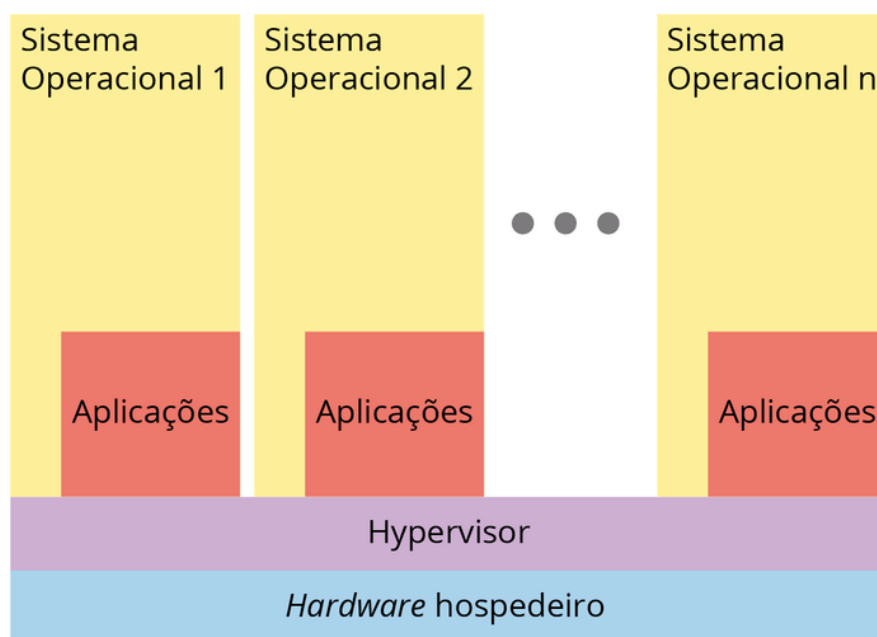


Figura 1.3 - Hypervisor do tipo 1, também denominado bare-metal

Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa virtualização é caracterizada por ser leve, uma vez que os sistemas operacionais têm a impressão de estarem rodando logo acima do hardware, como se cada um tivesse uma máquina para si.

saiba mais
Saiba mais

No Windows 10 pro, é possível realizar a emulação por meio do Hyper-V. A página da Microsoft sobre o Hyper-V também possui algumas informações interessantes sobre virtualização em geral. Vale a visita e a leitura. Para saber mais, acesse o link:

ACESSAR

O sistema deve ter os *drivers* já colocados dentro do hypervisor, assim, cada sistema operacional realiza a chamada de função para um dos drivers do hypervisor e acessa, dessa forma, as funções de *hardware*. Esse tipo de sistema é implementado pelo Hyper-V da Microsoft e pelo ESXi da VMWare.

Hypervisor Hospedado

Esse tipo de hypervisor roda sobre um sistema operacional hospedeiro que se encarrega de tratar todas as chamadas ao hardware hospedeiro e cria o ambiente que o sistema operacional virtualizado irá executar (PORTNOY, 2012).

Um exemplo de como funciona esse tipo de virtualização se encontra na Figura 1.4:

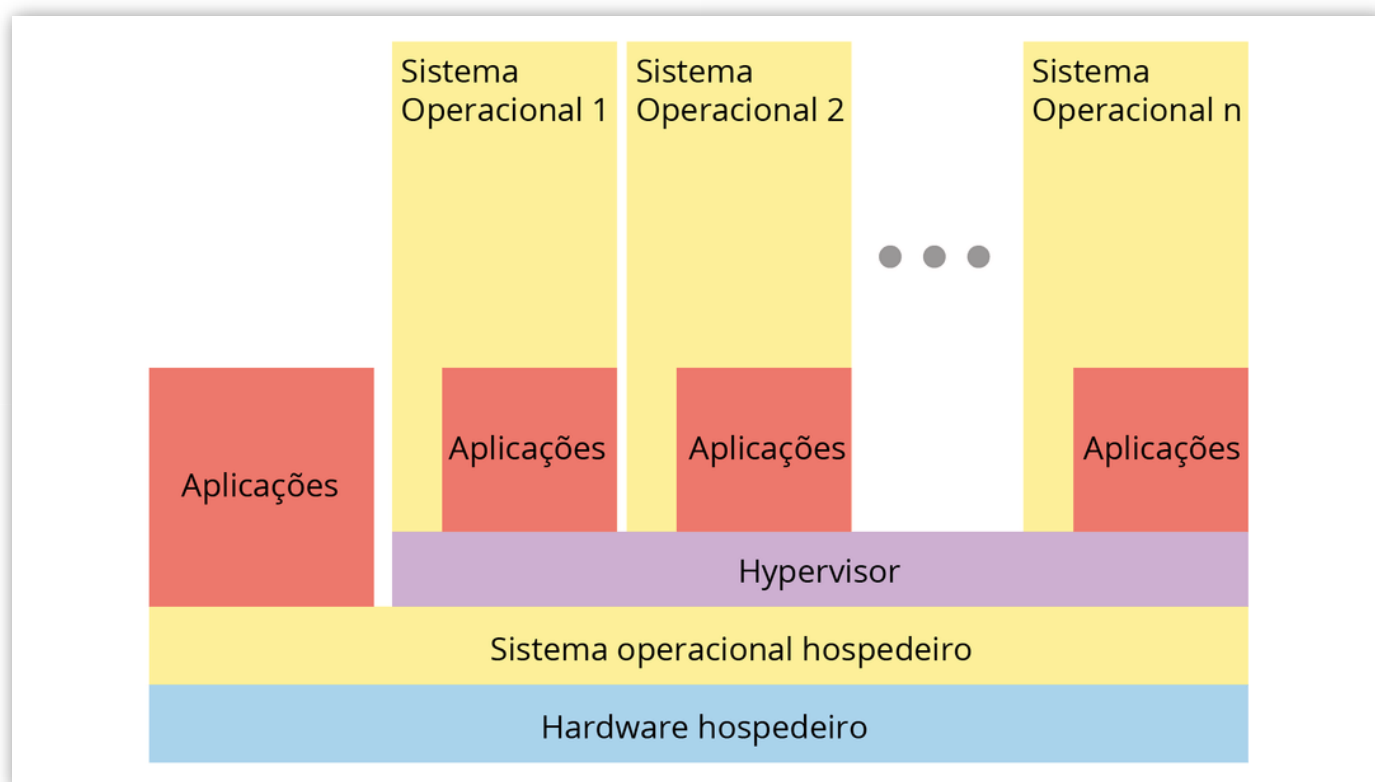


Figura 1.4 - Hypervisor do tipo 2, também denominado hospedado

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nesse tipo de virtualização, o usuário tem a impressão de que os sistemas virtualizados funcionam como aplicativos rodando na máquina hospedeira. Esses sistemas virtuais necessitam do sistema operacional hospedeiro para funcionar, apesar de cumprirem todos os requisitos para um sistema virtualizado – o isolamento e a independência entre os sistemas virtualizados.

saiba mais

Saiba mais

Anteriormente, você já leu sobre o Hyper-V da Microsoft. Apesar de a página do Virtual PC não ter tantas informações como a anterior, ainda é uma leitura muito interessante para entender como são tratados os dois tipos de sistemas virtuais.

Para saber mais, acesse o link:

ACESSAR

Exemplos desse tipo de sistema são o VMWare Workstation, o Sun Virtual Box e o Microsoft Virtual PC.

praticar

Vamos Praticar

“Hypervisores são o cimento da virtualização. Eles conectam os hóspedes com o mundo físico, bem como mantêm a carga dos serviços que administram balanceada. A sua principal função é abstrair os dispositivos físicos e agir como os intermediários a serviço do sistema virtualizado para gerenciar a entrada e saída entre os dispositivos virtualizados e o hospedeiro”.

PORTNOY, M. **Virtualization Essentials** . Indianópolis: John Wiley & Sons, 2012. p. 33.

Quanto a hypervisores e seu funcionamento, assinale a alternativa correta:

- ☐ **a)** Um hypervisor Tipo 2, hospedado, fornece um desempenho melhor que o um hypervisor tipo 1, *bare metal* .
- ☐ **b)** Um hypervisor é um componente de *hardware* que fica dentro do microprocessador. Dessa forma, as máquinas virtuais são gerenciadas automaticamente sem o uso de *softwares* específicos.
- ☐ **c)** Todo hypervisor precisa ser instalado em um sistema operacional hospedeiro.
- ☐ **d)** O hypervisor é um componente de *software* o qual permite que máquinas virtuais possam ser executadas. Ele fornece as funções necessárias para a execução de dois ou mais sistemas operacionais em paralelo.
- ☐ **e)** As máquinas virtuais dividem o mesmo espaço de memória e se comunicam de forma transparente ao usuário.

Estudo de um Ambiente Físico Tradicional e as Vantagens da Virtualização

No capítulo anterior, foi visto como funciona a virtualização e como podem se inter-relacionar os componentes que precisam estar alinhados para a criação de ambientes virtualizados.

Neste tópico, esse assunto será expandido com foco nas vantagens de se ter mais de uma máquina virtual executando no mesmo hardware. Inicialmente, pode parecer mais simples criar vários servidores físicos ou instalar mais de um serviço por servidor. Essas providências, entretanto, vão contra as boas práticas.

O Ambiente de Rede

Para prover as funcionalidades necessárias para serviços de rede, é comum que existam mais de um sistema computacional ligado a uma rede de dados, tipicamente executada com cabos ou metálicos ou fibra óptica. A arquitetura descrita anteriormente é ilustrada na Figura 1.5, a seguir:

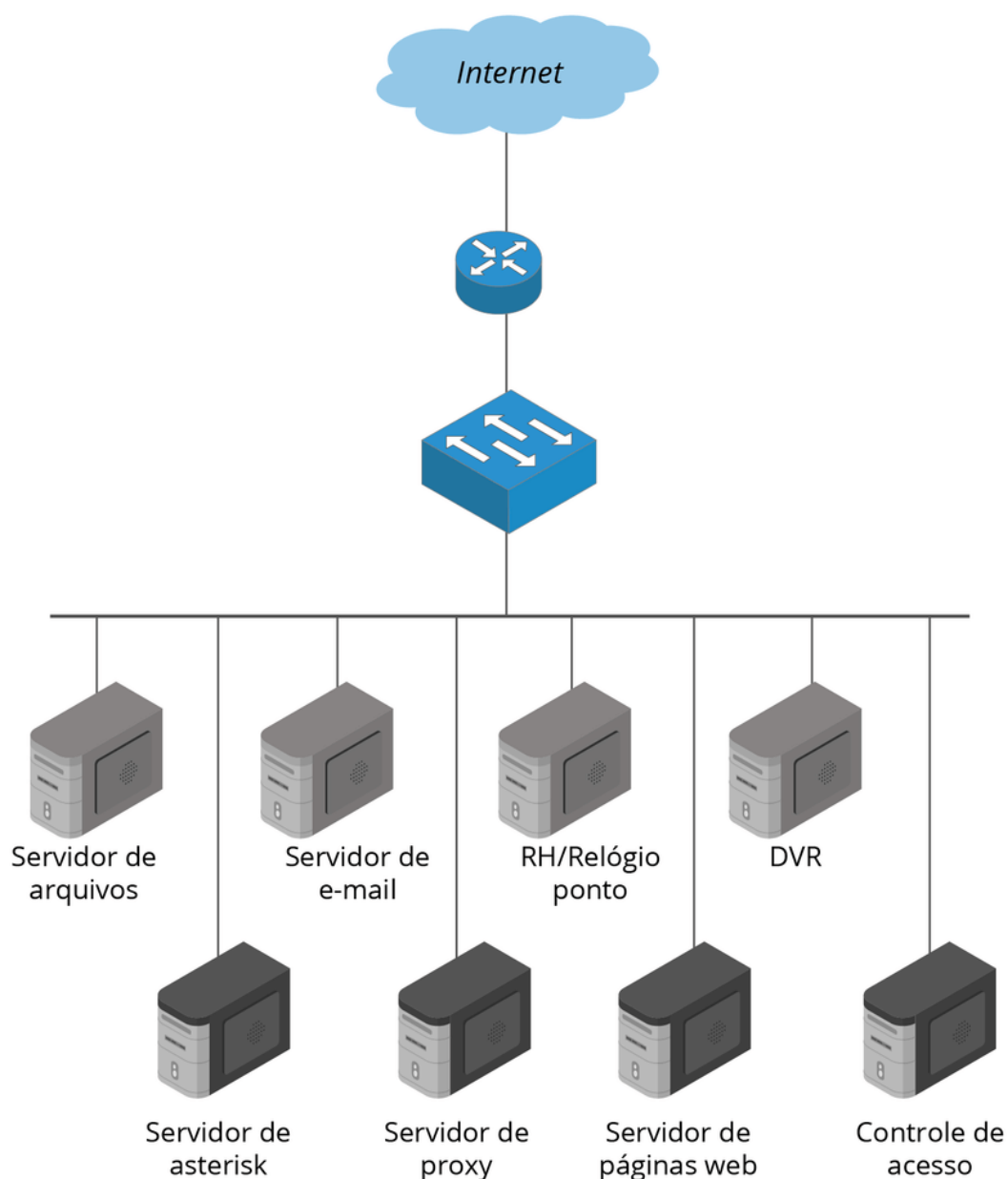


Figura 1.5 - Estrutura de rede de uma empresa fictícia

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota: em algumas empresas, o sistema de relógio ponto e controle de acesso são os mesmos, mas, nesse exemplo, estamos considerando sistemas separados.

Nessa infraestrutura, vários servidores prestam serviços para a rede. Cada um desses servidores é especializado e realiza apenas uma função. Baseada nessa infraestrutura, a empresa decidiu oferecer para seus colaboradores *intranet* e webmail, bem como um servidor de VoIP (o servidor Asterisk). Existem servidores dedicados à segurança patrimonial (o DVR, com a gravação de

imagens de CFTV e o banco de dados do controle de acesso) e controle de funcionários (o RH e relógio ponto).

É natural pensarmos em agrupar serviços para economizar custos em implantação de *hardware*, especialmente em serviços comparativamente menos sofisticados, como controle de acesso, servidor de *e-mail* e relógio ponto. Esse modelo de agregação de mais de um serviço por máquina, entretanto, não é uma boa prática, devendo ser evitado tanto quanto possível.

Segurança

Suponha um ataque à rede dessa empresa. Nesse exemplo, um usuário malicioso toma o controle de um servidor da empresa e o infecta com vírus. Se o servidor atender a dois sistemas distintos, ambos os sistemas serão comprometidos. Portanto, é necessário isolar em ambientes diversos serviços distintos.

Essa é a justificativa para o que se chama de modelo “um servidor, uma aplicação”. Cada servidor deve ser responsável por executar apenas uma aplicação, e todos devem estar isolados entre si, garantindo que, caso um serviço seja comprometido, os demais não serão afetados (PORTNOY, 2012).

Entretanto, como já discutido anteriormente, serviços como DNS (resolução de nomes de rede) e DHCP (alocação de IP dinâmico), entre outros, são leves o suficiente para não necessitar dos recursos de uma máquina inteira para operar, gerando uma relação custo-benefício desfavorável para a empresa. Algumas máquinas ficarão subutilizadas e, realmente, poderiam atender mais de um serviço ao mesmo tempo.

Essa consideração de desempenho leva-nos ao próximo tópico, relativo ao avanço tecnológico, a Lei de Moore.

Lei de Moore

Ao usuário leigo, pode parecer aleatória a taxa de aumento da velocidade dos sistemas computacionais. Nada mais longe da realidade. Essa taxa foi enunciada na Lei de Moore (enunciada por Gordon Moore), a qual diz que a

capacidade de processamento deve dobrar a cada 18 meses (PORTNOY, 2012).

Ou seja, um computador que for lançado em um ano e meio será duas vezes mais rápido que um computador lançado hoje e custará o mesmo. Unido à regra de “um serviço, um servidor”, significa que as máquinas prestarão os mesmos serviços para a rede, mas rodando em estações com capacidade de processamento cada vez maior.

Nesse contexto, a virtualização encontra um nicho de aplicação crescente, uma vez que possibilita a criação de várias máquinas virtuais em um hospedeiro com capacidade de processamento grande quando comparado com o que a aplicação requisita. Essa técnica permite otimizar o hardware sem comprometer a segurança da rede como um todo.

praticar

Vamos Praticar

“Inicialmente, a virtualização pode auxiliar a se trabalhar em um ambiente no qual haja uma diversidade de plataformas de software (sistemas operacionais) sem ter um aumento no número de plataformas de hardware (máquinas físicas). Assim, cada aplicação pode executar em uma máquina virtual própria, possivelmente incluindo suas bibliotecas e seu sistema operacional que, por sua vez, executam em uma plataforma de hardware comum”.

CARISSIMI, A. Livro Texto de Minicursos. *In* : SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 26., 2008, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Computação; Laboratório Nacional de Redes de Computadores. p. 174.

Com base no excerto apresentado, assinale a alternativa correta:

- ☐ **a)** Segundo o texto, consolidação de servidores é importante para uso pontual de *softwares* e aproveitamento de licenças por vários clientes diferentes, otimizando o *software* instalado.
- ☐ **b)** O autor do texto faz a diferença entre plataformas de *software* e plataformas de *hardware* , mostrando que mais de uma plataforma de *software* pode executar em uma única plataforma de *hardware* através de virtualização.
- ☐ **c)** A consolidação de servidores quebra com o paradigma de um servidor uma aplicação, uma vez que vários serviços passam a ser executados na mesma plataforma de *hardware* .
- ☐ **d)** Como as plataformas virtualizadas agem como uma camada de compatibilização que permite que *softwares* rodem em plataformas que seriam incompatíveis, é possível afirmar que um sistema virtualizado faz com que *softwares* sejam executados de forma nativa em todos os sistemas.
- ☐ **e)** Os custos que a virtualização se propõe a otimizar se limitam aos custos de *hardware* , uma vez que é a única coisa que virtualização otimiza.

Máquinas Virtuais e a Rede

Uma das aplicações de máquinas virtuais encontra-se na criação de servidores em ambientes de rede. Porém, nesse caso, vários servidores virtuais podem ser agrupados em um único sistema hospedeiro, aproveitando melhor os recursos de hardware disponíveis.

Para que esse modelo seja funcional, as máquinas virtuais devem ser capazes de se comunicar de alguma forma. Caso contrário, se não tiverem acesso aos recursos mais fundamentais do sistema, os sistemas virtualizados não terão utilidade; não poderão se comunicar com o mundo externo.

Como já descrito anteriormente, uma das principais funcionalidades é a criação de servidores virtuais, em que clientes podem se conectar e usufruir dos serviços. A Figura 1.6 mostra como essa conexão acontece com o mundo exterior.

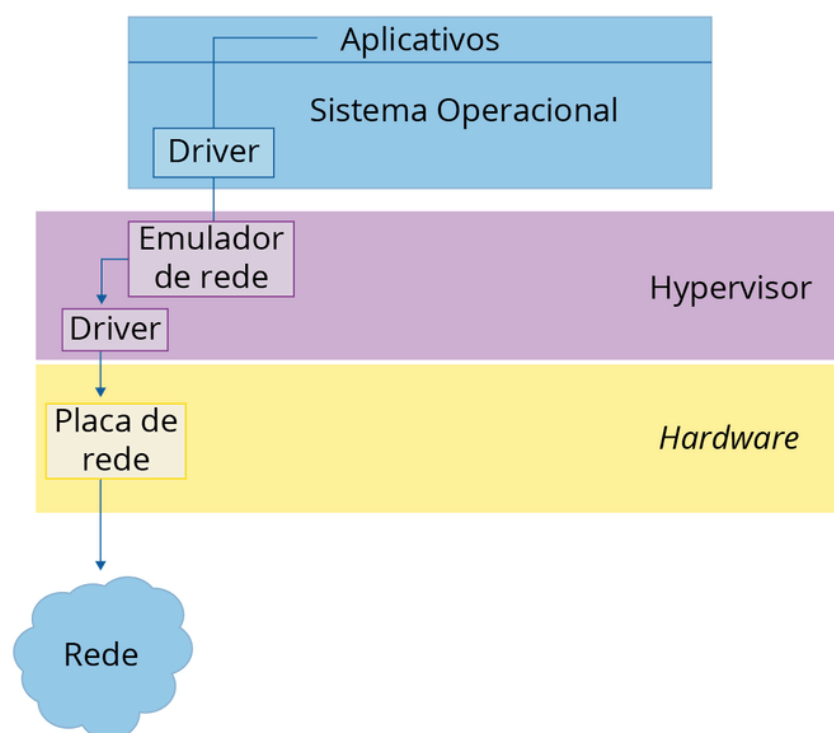


Figura 1.6 - Uma máquina virtual realizando um acesso à rede

Fonte: Portnoy (2012).

Na figura, é possível notar que uma aplicação realiza um pedido para a rede externa, o qual deve ser interpretado pelo driver de rede da máquina virtual, que manda a requisição para o hypervisor, que, por sua vez, através do seu próprio driver, repassa a requisição para a placa de rede e para a rede propriamente dita.

Esse modo de conexão é denominado *bridged*, em que uma máquina virtual parece para os demais computadores da rede como uma máquina autônoma, quando, na verdade, está executando de maneira virtualizada.

Porém, às vezes, é importante isolar uma máquina virtual da rede. Esse é o caso quando se tem uma máquina virtual agindo com o firewall do sistema e se deseja que outras aplicações somente acessem a rede através desse serviço. Portanto, é altamente desejável que a máquina prestando o serviço seja isolada da rede, somente a acessando pelo *firewall* (PORTNOY, 2012).

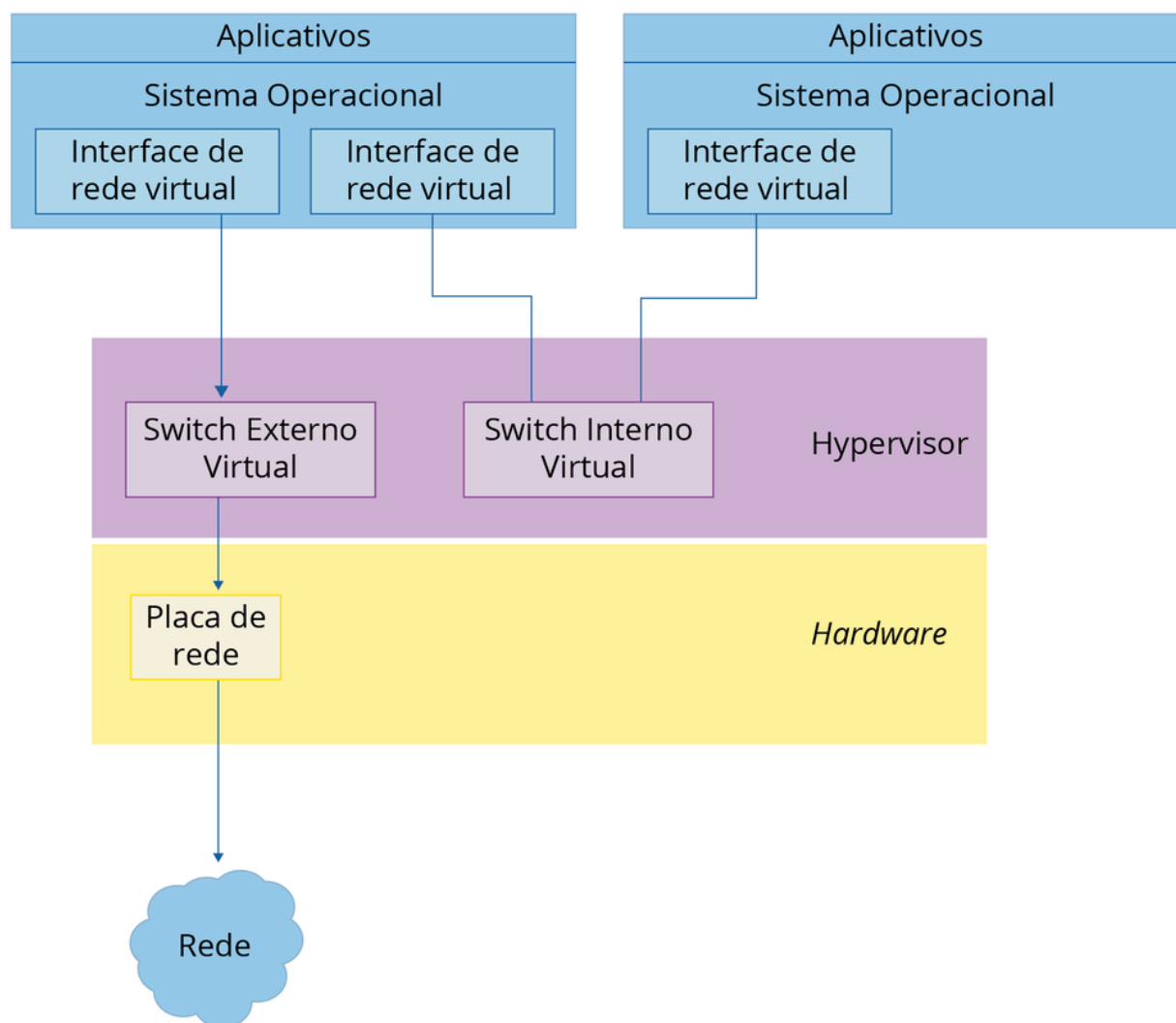


Figura 1.7 - Duas máquinas virtuais, uma com acesso externo e outra com acesso interno

Fonte: Portnoy (2012).

Utilizando essa arquitetura de rede, é possível isolar o tráfego de rede utilizando um *switch* virtual interno, que conecta as máquinas virtuais hóspedes de um sistema. Dessa forma, a comunicação entre máquinas virtuais fica restrita ao ambiente do hypervisor que compartilham. Para a comunicação com o mundo exterior, uma das máquinas virtuais deve ter uma segunda interface de rede, que se conecta a um *switch* virtual externo.

Desta forma, cria-se um canal único de comunicação com outras redes, possibilitando a implementação de segurança em um único ponto, ao invés de ser necessário cuidar com as ligações de todas as máquinas.

praticar

Vamos Praticar

“Comunicação em rede, assim como o sistema circulatório do corpo humano, é o mecanismo de transporte capaz de mover suprimentos vitais. Enquanto o sangue carrega nutrientes aos órgãos, redes de computadores carregam informações, que é crucial ao bem estar de aplicações em um datacenter.”

PORTNOY, M. **Virtualization Essentials** . Indianápolis: John Wiley & Sons 2012. p. 171.

Escreva um texto sobre a importância da utilização de máquinas virtuais na criação de uma rede empresarial, tendo em vista tudo o que você já viu até agora no tocante à segurança, utilização de recursos e arquitetura de aplicações. Esse texto deve ajudá-lo a organizar e materializar o seu pensamento, então tente ser o mais abrangente possível.

Escreva sua resposta aqui...

AWS (Amazon Web Services)

Para finalizar, vamos falar sobre o AWS, o serviço de computação em nuvem oferecido pela Amazon. O AWS oferece uma gama de serviços ampla, que vão desde a criação de aplicativos que podem ser executados na nuvem até serviços de armazenamento de dados, *data mining*, *deep learning* ou Internet of Things (VYAS, 2015).

A criação da conta é gratuita, mas, dependendo do tipo de serviço que for utilizado, pode ser que seja necessário o pagamento de taxas após um período de carência.

É interessante notar como o serviço utiliza a virtualização: cada instância que está rodando é uma máquina virtual diferente. Ou seja, cada vez que um usuário faz a requisição da criação de um serviço por meio do painel de controle e esse serviço roda em uma máquina virtual dedicada.

Esse é o modelo chamado de *cloud computing*, um modelo fortemente baseado em virtualização e que, segundo o NIST (U.S. National Institute of Standards and Technology), possui cinco características básicas:

- 1. Amplo acesso à rede:** um cliente deve ser capaz de acessar os serviços da localização geográfica que desejar.
- 2. Pooling de recursos:** o parque computacional do fornecedor são agrupados para dar suporte a vários clientes.
- 3. On-demand self-service :** o cliente deve ser capaz de utilizar os serviços que desejar, com o mínimo de interação humana.
- 4. Mensuração do serviço :** o cliente deve ser capaz de utilizar os recursos computacionais e pagar por eles conforme for utilizando.
- 5. Elasticidade :** um cliente deve ser capaz de provisionar serviços automaticamente ou sob demanda. Para garantir isso, o provedor de serviço deve ter capacidade suficiente instalada para garantir a escalabilidade entre clientes.

Esses atributos, que definem um ambiente de processamento como *cloud computing* , podem ser facilmente percebidos no contexto de *data centers* , que contam com acesso dedicado e *softwares* que são capazes de realizar medições e gerar relatórios sobre o uso do ambiente como um todo.

saiba mais
Saiba mais

A publicação do NIST que formulou e colocou esses conceitos para o público foi o artigo “The NIST Definition of Cloud Computing”, em que os autores Peter Mell e Timothy Grance elencam os conceitos principais de cloud computing e como deve ser o funcionamento dessa plataforma. Para saber mais, acesse o link:

ACESSAR

A Figura 1.8 demonstra o painel de controle do AWS com os serviços que a plataforma oferece para os clientes. É possível notar que dois dos ícones são “Launch a virtual machine” (iniciar uma máquina virtual) e “Build using virtual servers” (construa seu sistema usando servidores virtuais).

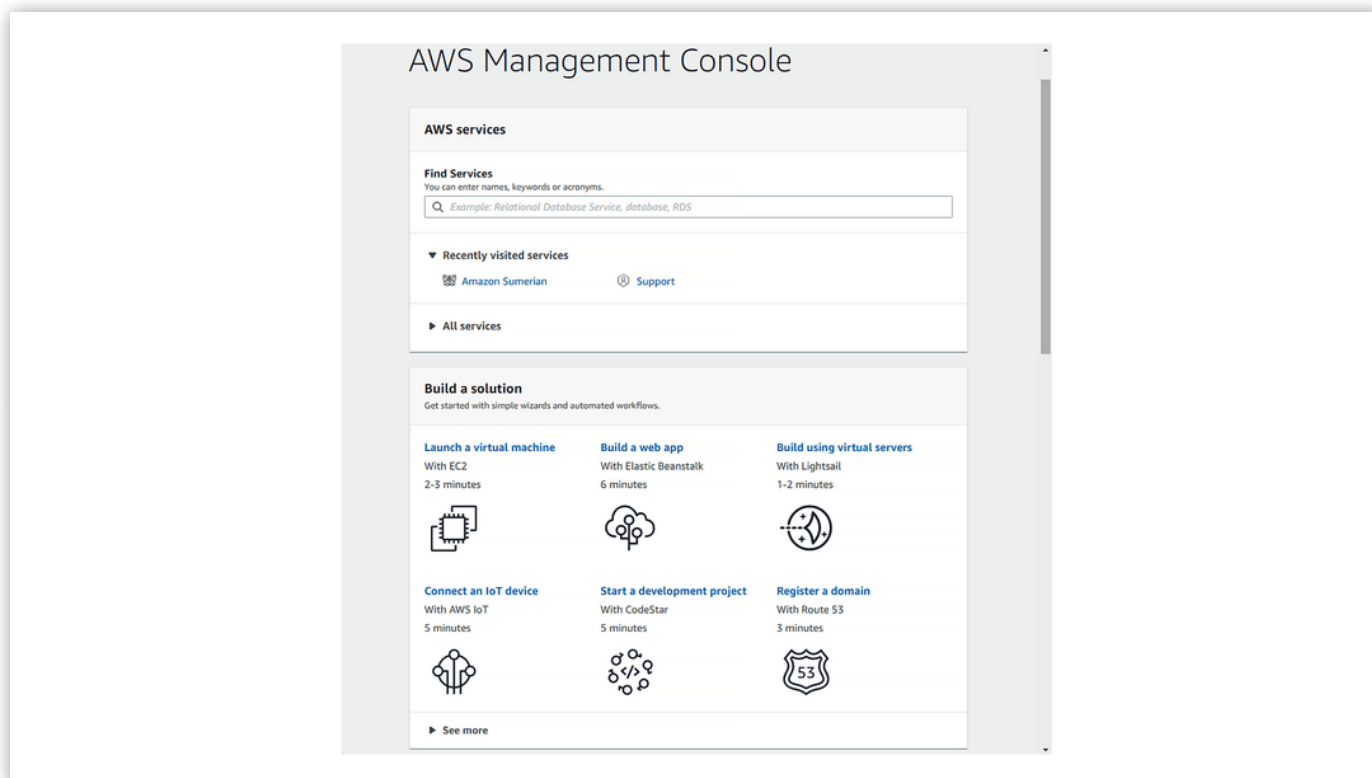


Figura 1.8 - Painel de administração do Amazon AWS

Fonte: Elaborada pelo autor.

Essas duas atividades foram vistas ao longo do capítulo: uma para criar um dispositivo clientes como um servidor, e outra para criar um servidor de aplicação virtualizado.

Cada solução elaborada no AWS é inicializada em uma máquina virtual, criada nos servidores da Amazon, que são divididos em regiões. Atualmente, existem 22 regiões distribuídas ao redor do mundo, com *data centers* na América do Norte, Europa, Oriente Médio, Austrália e Brasil.

O principal atrativo para empresas é o modelo de serviços do AWS, com cobrança proporcional aos serviços utilizados. Os dois principais fatores que atraem clientes para esse tipo de aplicação são custo e disponibilidade do serviço, uma vez que os clientes somente pagam pelo que utilizam e o provedor de serviços garante a capacidade instalada.

Vamos considerar uma empresa qualquer que deseje utilizar um recurso qualquer (capacidade de processamento, algum *software* específico, armazenamento em nuvem etc.). Ao utilizar *cloud computing*, o cliente não precisa se preocupar com o tempo (ou expertise) necessário para a instalação do serviço que deseje utilizar. Essa facilidade é ainda mais interessante quando a utilização é eventual ou para realizar testes em diferentes plataformas.

praticar

Vamos Praticar

“Clientes e consumidores sempre perguntam: o que demonstra uma plataforma de infraestrutura completamente gerenciada e tecnicamente flexível? Para começar do zero, é possível procurar pela plataforma AWS, que entrega uma infraestrutura de ponta na indústria com todos os requisitos que *cloud computing* traz”.

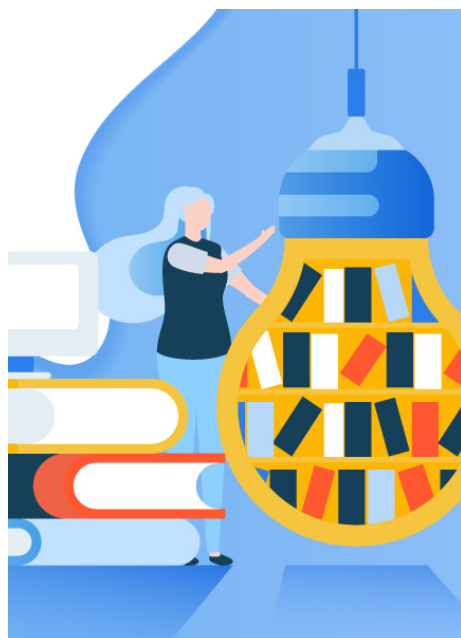
VYAS, U. **Mastering AWS Development**. Birmingham: Packt, 2015.

A respeito de *cloud computing*, assinale a alternativa correta:

- ☐ a) *Cloud computing* é um conceito que se aplica a qualquer infraestrutura de rede.
- ☐ b) A AWS é uma plataforma na qual o cliente precisa escolher os serviços de antemão e se ater somente a eles. Expansões são trabalhosas e precisam de trâmites burocráticos.
- ☐ c) A AWS possui servidores ao redor do mundo, utilizados para realizar o pooling de recursos.
- ☐ d) Quando um cliente faz o cadastro no AWS, o provedor de serviços aloca uma máquina para ele, cada usuário tendo sua própria máquina física.

- **e)** O modelo de negócios da AWS não é apropriado para uso eventual de recursos ou de *softwares* , uma vez que o cliente se compromete a utilizar uma determinada quantidade de recursos por contrato.

indicações Material Complementar



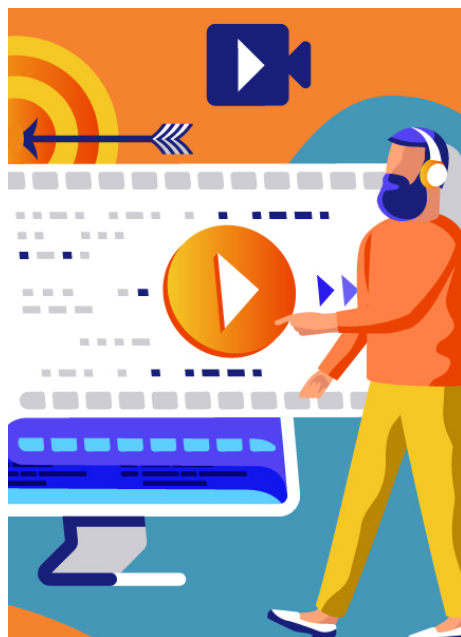
LIVRO

Ola Mundo: Cloud Computing para Web Developers

Eduardo Leoni

Editora: Createspace Independent Publishing Platform

Comentário: nesse livro, são apresentados os fundamentos da computação em nuvem de forma simples, direta e didática. O livro mostra para o leitor como, a partir da instalação de um sistema Debian sem nada mais instalado, é possível chegar a um ambiente de computação em nuvem com capacidade de dar suporte a aplicações de banco de dados e plataforma de *softwares* na web.



FILME

Estrelas além do tempo

Ano: 2016

Comentário: esse filme mostra a história das matemáticas Katherine Johnson, Dorothy Vaughn e Mary Jackson, que trabalhavam na NASA durante o projeto Apollo. O período retratado no filme mostra a transição entre o trabalho manual dos matemáticos para o de supercomputadores na agência espacial americana. É interessante notar como a estrutura de processamento se assemelha à estrutura cliente-servidor atual, retratada na Figura 1.5.

Para conhecer mais sobre o filme, acesse o trailer:

TRAILER

conclusão

Conclusão

Durante a unidade, foram vistos os conceitos fundamentais de virtualização, com ênfase nas bases teóricas que lastreiam a prática. Foram vistos os tipos de hypervisors, cada um com suas vantagens e características específicas e como fazem o acesso ao *hardware* do sistema e como se comunicam com os sistemas operacionais. Foram exploradas as boas práticas de criação de servidores de rede e como executar a infraestrutura de servidores para a comunicação de máquinas virtuais com o mundo externo ou entre si.

Esse início é crucial para o entendimento das próximas unidades, e, sempre que necessário, todos esses conceitos serão recapitulados ou elaborados. Portanto, a compreensão total desta unidade é imprescindível. E, caso sinta a necessidade no futuro, sempre volte e reveja os pontos mais importantes.

referências

Referências Bibliográficas

CARISSIMI, A. Livro Texto de Minicursos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 26., 2008, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Computação; Laboratório

Nacional de Redes de Computadores.

CARISSIMI, A. **Virtualização** : da teoria a soluções, 2008. Disponível em: http://hostel.ufabc.edu.br/~marcelo.nascimento/BC1518Q3/arquivos/virtualizacao_cap4-v2.pdf . Acesso em: 11 dez. 2019.

DESCRIÇÃO do Windows virtual PC. **Microsoft** , 2019. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/help/958559/description-of-windows-virtual-pc> . Acesso em: 19 dez. 2019.

GORDON Moore. **Suno** , 2019. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/tudo-sobre/gordon-moore/> . Acesso em: 19 dez. 2019.

INTRODUÇÃO ao Hyper-V no Windows 10. **Microsoft** , 2019. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/virtualization/hyper-v-on-windows/about/#reasons-to-use-virtualization> > . Acesso em: 19 dez. 2019.

LAUREANO, M. A. P.; MAZIERO, C. A. Virtualização: conceitos e aplicações em segurança. **Livro-Texto de Minicursos SBSeg** , 2008. Disponível em: <https://bit.ly/36KiAn7> . Acesso em: 20 dez. 2019.

MISHRA, A. **Amazon Web Services for Mobile Developers** . Indianápolis: John Wiley & Sons, 2018.

PORTNOY, M. **Virtualization Essentials** . Indianápolis: John Wiley & Sons, 2012.

VYAS, U. **Mastering AWS Development** . Birmingham: Packt, 2015.