

CloudSim

Um Framework de Modelagem e Simulação de Infraestruturas de Computação em Nuvem e Serviços

Daniel Lago

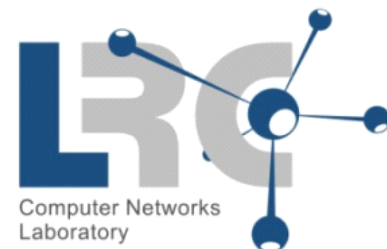
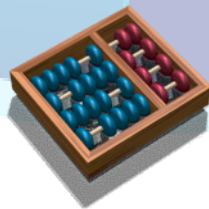
www.ic.unicamp.br/~lago

lago@ic.unicamp.br

Instituto de Computação
UNICAMP, 2012



UNICAMP



Computer Networks
Laboratory

Agenda

The background of the slide features a stylized, light blue globe showing the continents of North and South America. Overlaid on the right side of the globe is a large, soft, white-to-light-blue gradient cloud.

- Cloud Computing
- CloudSim
- Construção de Simulações
- Alguns parâmetros de simulações
- Demonstração



Cloud Computing

Cloud Computing

The background of the slide features a stylized globe in shades of light blue and purple, with a large, soft, white cloud partially overlapping it on the right side. The globe shows the outlines of continents, and the cloud has a gradient from white to light blue.

- Conceito iniciado em 1999, por Fredrik Malmer (WebOS)
 - Acesso em rede ubíquo
 - Sob demanda
 - Aprovisionamento dinâmico
 - Elasticidade Rápida
 - Serviço Mensurável

Cloud Computing



- 2010: "Ano da Nuvem"
 - Lançamento do iPad
 - Aumento das vendas de Netbooks, Tablets, etc.

Cloud Computing

The background of the slide features a stylized globe in shades of light blue and purple. A large, white, fluffy cloud is positioned in the lower right quadrant, partially overlapping the globe. The overall aesthetic is clean and modern, typical of a professional presentation.

- Modelos de Serviços
 - Infraestrutura (IaaS; ex: EC2)
 - Plataforma (PaaS; ex: Azure Big Data [Active Directory], Azure Media)
 - Software (SaaS; ex: Gmail)

Cloud Clients

Web browser, mobile app, thin client, terminal emulator, ...



SaaS

CRM, Email, virtual desktop, communication, games, ...

Application

PaaS

Execution runtime, database, web server, development tools, ...

Platform

IaaS

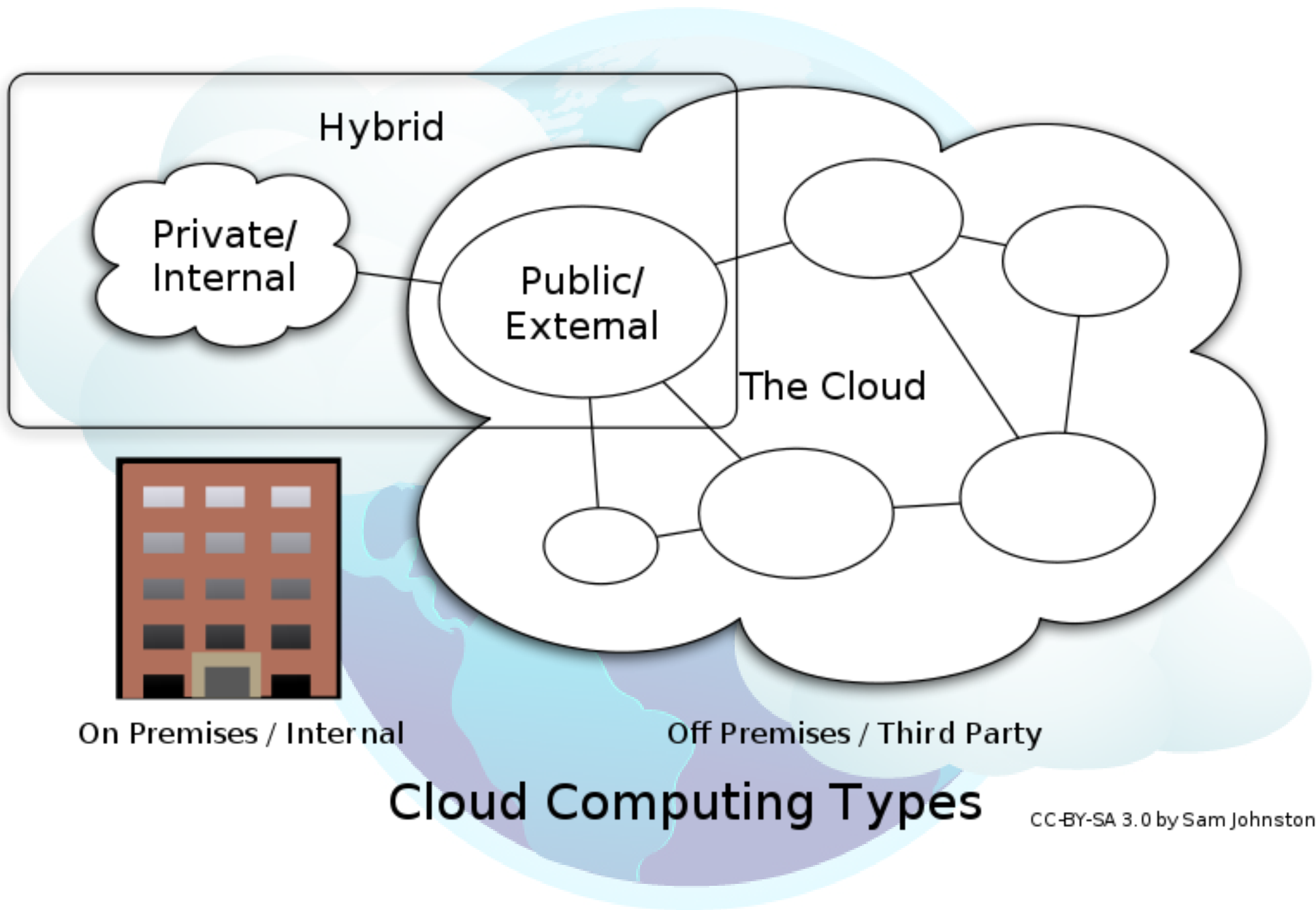
Virtual machines, servers, storage, load balancers, network, ...

Infra-structure

Máquinas Virtuais



- Componente básico para data centers e aglomerados
- Isolamento
- Consolidação
- Migração

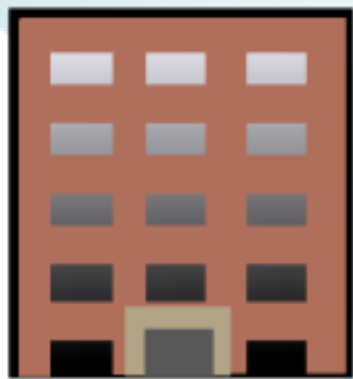


Hybrid

Private/
Internal

Public/
External

The Cloud



On Premises / Internal

Off Premises / Third Party

Cloud Computing Types



CloudSim

(Parte do conteúdo baseado em experiências)

Background



- Universidade de Melbourne
 - CLOUDS
 - Buyya, Beloglazov, Calheiros
 - GridSim
 - CloudSim

Background




- CloudSim
 - Versão Atual: 3.0 (lançada este ano)
 - Apresentação se baseia na 2.1.1

Características




- Linguagem: Java
- Pioneiro
- Core Baseado no GridSim (↓ Bugs)
- Maturidade
- Relevância Científica

Suporte de Modelagem de Simulação Oficial

The background features a stylized globe with a light blue and purple color scheme. A large, white, fluffy cloud is positioned on the right side, partially overlapping the globe. The text is centered and overlaid on the globe.

- Data Centers de Larga Escala*
- Servidores Virtualizados
- Políticas de Aprovisionamento de Recursos de Servidores para VMs
- Recursos Computacionais Cientes de Energia
- Topologias de Redes de Data Centers e Aplicações de Passagem de Mensagem

Suporte de Modelagem de Simulação Oficial

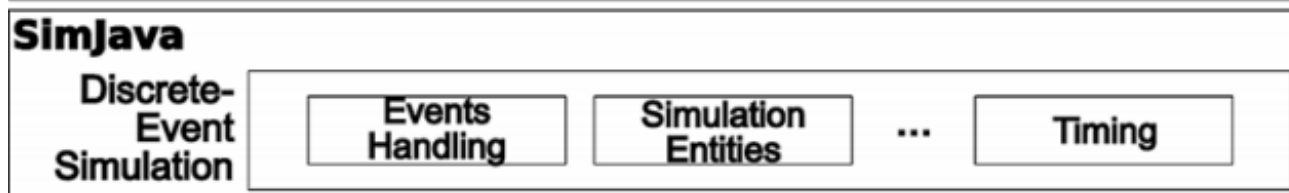
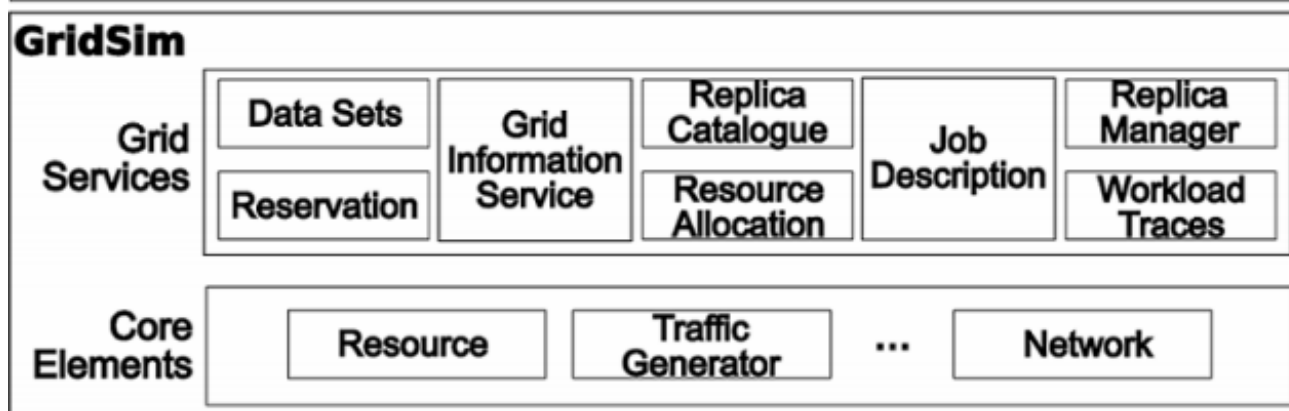
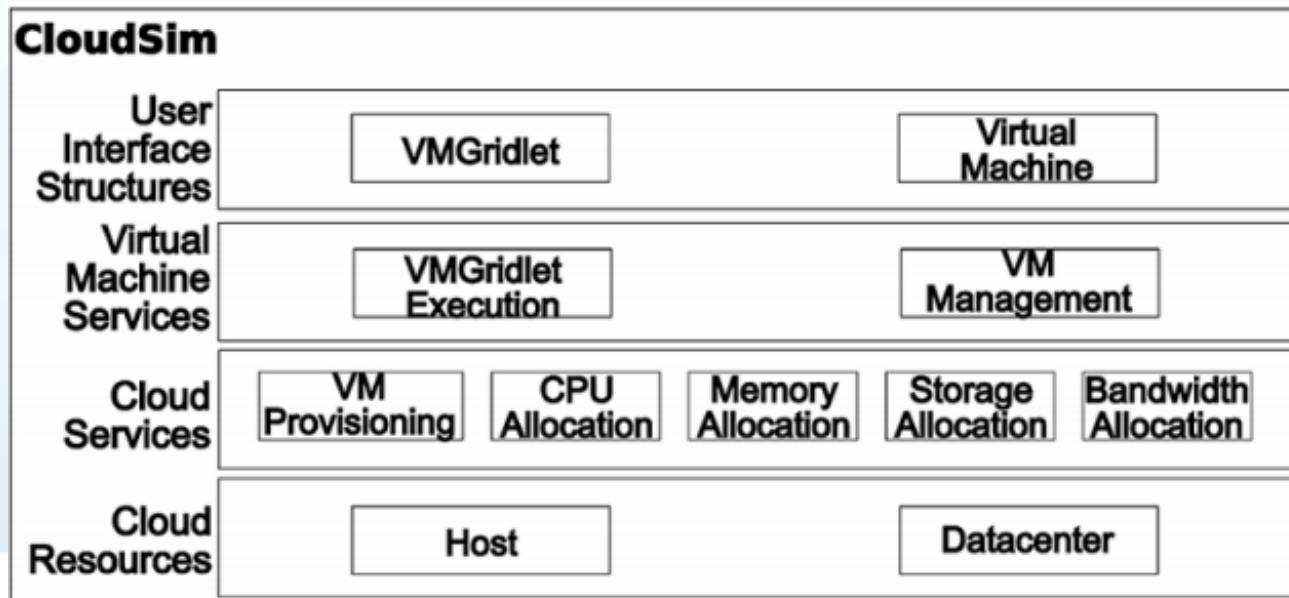
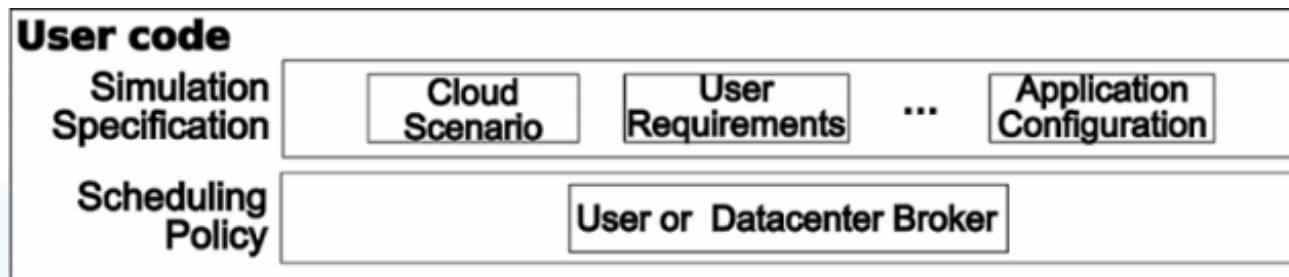
The background features a stylized globe in shades of light blue and purple, partially obscured by several soft, white, cloud-like shapes. The globe shows the continents of North and South America.

- Nuvens Federadas (ex: AWS e Terremark)
- Inserção Dinâmica de Elementos de Simulação, pausa e retomada
- Políticas de Alocação de Servidores para VMs
- Políticas de Alocação de Recursos para VMs

Outras Vantagens



- Open Source
- Comunidade Ativa (Google Group)
- Arquiteturalmente "atraente" (interfaces, classes abstratas, etc. seguem bons padrões)
- Facilmente extensível
- Coleta de resultados customizável



Outras Vantagens

The background of the slide features a stylized globe in shades of light blue and purple, positioned behind a large, soft-edged white cloud. The globe shows the outlines of continents, and the cloud is positioned on the right side, partially overlapping the globe.

- Ferramentas Adicionais (fora do pacote):
 - RealCloudSim
 - Lê topologias no formato Brite
 - Usa motor próprio para simular GA, Lingo, NS-2
 - Unicamp (Lucio Rocha, FEEC)
 - CloudReports
 - Ferramenta gráfica
 - Simula ambientes distribuídos em Clouds

Outras Vantagens

The background features a stylized globe in shades of light blue and purple, partially obscured by several white, fluffy cloud shapes. The globe shows the continents of North and South America.

- Ferramentas Adicionais (fora do pacote):
 - CloudAuction
 - Extensão para suportar serviços baseados em leilão
 - CloudMIG
 - Facilita comparação e fases de planejamento em ambientes de nuvem IaaS ou PaaS
 - CloudAnalyst
 - Suporte para avaliação de ferramentas de redes sociais, de acordo com parâmetros especificados

Desvantagens

- Ausência de documentação oficial (basicamente PDF do paper)
- Curva de aprendizado inicial acentuada
- Resource Hungry
 - Simulações grandes na prática podem ser complicadas
 - Aproximação grosseira de consumo de memória nas minhas simulações = $[1000 * N^{\circ} \text{ de Hosts}] \text{ MB RAM}$

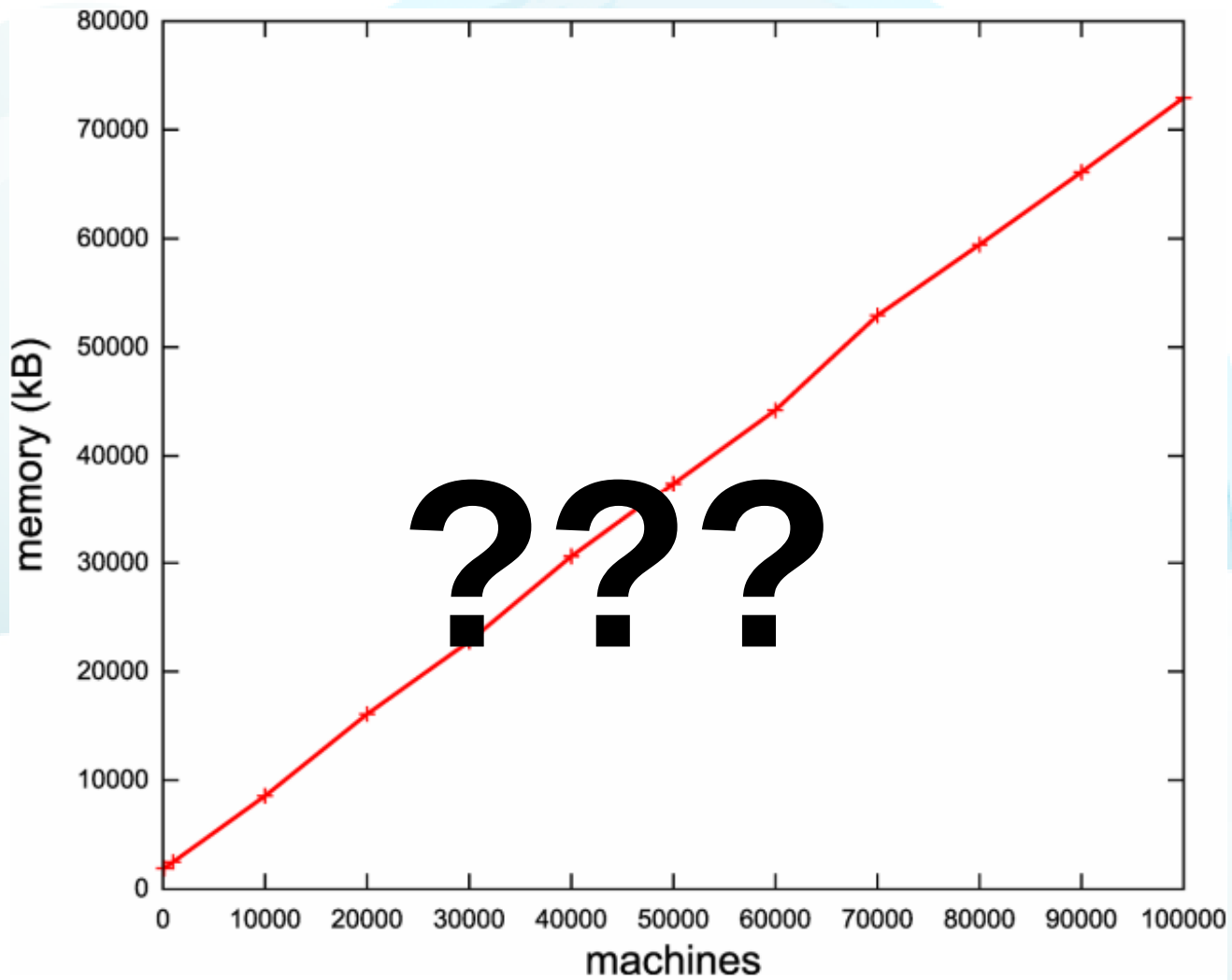


Figure 7. Memory usage in resources instantiation.

Desvantagens

- Tempo de simulação de escalonamento ciente de energia com 10 mil máquinas e 60 mil VMs = 9 dias
- Java – Limite de 2,6 GB de RAM por processo = impossível executar em OS de 32 bits
- `java -Xmx -Xms`
- Crash em simulações muito grandes (> 1000 máquinas é comum travar e finalizar a abortar em situações onde migrações de VMs devem ser canceladas)

Desvantagens

- Não é multithread (ex: se o tempo de execução for 90% dependente do processador a simulação anterior cairia de 9 dias para 30 hs em máquina com 24 cores)
- Não permite simulações multithread (mas é possível fazer com múltiplos PIDs)
- Supostamente bugs de escala foram corrigidos na versão 3.0*

Jargões

The background features a stylized globe in shades of light blue and purple, partially obscured by several overlapping, soft-edged white clouds. The globe shows the outlines of continents, with a focus on the Americas.

- PE = Entidade de Processamento ("Processador")
- Cloudlets = "Cargas de Trabalho" submetidas à uma máquina virtual para serem processadas

Exemplos de Aplicações

The background features a stylized globe in shades of light blue and purple, partially obscured by several soft, white, cloud-like shapes. The globe shows the outlines of continents, and the clouds are scattered across the scene, creating a modern, digital atmosphere.

- Escalonamento
 - Bag-of-tasks single-shot
 - Bag-of-tasks dinâmico
 - Workflow
- Tempo de Execução de Cloudlets
- Makespan
- SLA
- Custo (\$), de acordo com memória, armazenamento, processamento, bw



Construindo Simulações

Passos Básicos



- Inicialização da Biblioteca CloudSim
 - `CloudSim.init(<número de usuários da nuvem>, <instância de Calendar>, <trace_flag>)`

Passos Básicos

- Criação de Data Center
 - Criação de Lista de Hosts
 - `hostList.add(new Host(
hostId,
new RamProvisionerSimple(ram),
new BwProvisionerSimple(bw),
storage,
peList,
new VmSchedulerTimeShared(peList)
));`

Passos Básicos

- Criação de Data Center
 - Definição de características: arquitetura (ex: x86), OS (ex: Linux), VMM (ex: Xen), time zone
 - `DatacenterCharacteristics characteristics = new DatacenterCharacteristics(arch, os, vmm, hostList, time_zone, cost, costPerMem, costPerStorage, costPerBw);)`

Passos Básicos

The background features a stylized globe with light blue and purple tones, partially obscured by soft, white, fluffy clouds. The globe shows the outlines of continents, with a focus on the Americas and Europe.

- Criação de Data Center
 - Instanciação do Data Center
 - `datacenter = new Datacenter(name, characteristics, new VmAllocationPolicySimple(hostList), storageList, 0);`

Passos Básicos

The background features a stylized globe in shades of light blue and purple, showing the continents. Several soft, white, fluffy clouds are scattered across the scene, partially overlapping the globe.

- Criação de Broker
 - `broker = new DatacenterBroker("Broker");`

Passos Básicos



- Criação da Lista de VMs
 - `vmList.add(new Vm(vmId, brokerId, mips, pesNumber, ram, bw, size, vmm, new CloudletSchedulerTimeShared()));`

Passos Básicos

The background features a stylized globe with a light blue and purple color scheme, partially obscured by several soft, white, fluffy clouds. The globe shows the outlines of continents, with South America and Africa visible in the lower half.

- Submissão da Lista de VMs ao Broker
 - `broker.submitVmList(vmlist);`

Passos Básicos

- Criação e Submissão da Lista de Cloudlets, def. modelo de utilização de CPU, RAM e BW
 - `Cloudlet cloudlet = new Cloudlet(id, length, pesNumber, fileSize, outputSize, new UtilizationModelFull(), new UtilizationModelFull(), new UtilizationModelFull());`
 - `cloudlet.setUserId(brokerId);`
 - `cloudlet.setVmId(vmId);`
 - `cloudletList.add(cloudlet);`
 - `broker.submitCloudletList(cloudletList);`

Passos Básicos

- Inicia a simulação, aguarda final da simulação, recolhe e imprime resultados desejados
 - `CloudSim.startSimulation();`
 - `CloudSim.stopSimulation();`
 - `List<Cloudlet> newList = broker.getCloudletReceivedList();`
 - `printCloudletList(newList);`
 - `datacenter0.printDebts();`



Simulações

Alguns Parâmetros, Políticas, Opções, etc. que
acompanham o CloudSim e que podem ser
modificados

Configuração de Simulações



- CloudCoordinator – Coordenador para Federação em Nuvens
- CloudletScheduler – Escalonador de cloudlets. Alguns vêm de fábrica: Dynamic Workload, Time Shared, Space Shared
- DataCloudTags – Permite alterar configurações físicas de Data Centers (da rede, por exemplo pode-se mudar MTU, Packet Size, etc; mas também tem opções de replicações de dados, etc)

Configuração de Simulações



- Datacenter – Classe de controle de Data Centers, contendo características do data center, política de alocação de VMs, intervalo de escalonamento, Federação, etc.
- DatacenterBroker – Configurações do broker, com listas de VMs para submeter, de Cloudlets, etc.
- File – Configurações de arquivos e parâmetros de replicações

Configuração de Simulações

- Host – Configurações do host, incluindo provisioners de RAM, BW, PE, alocador de VMs.
- HostDynamicWorkload – Controla priorização e andamento dos processamentos
- Log – Configura saídas da simulação (ex: "println")
- NetworkTopology – Configurações de topologia da rede (nós, links, etc)

Configuração de Simulações



- PE – Entidades de processamento (processadores)
- SanStorage – armazenamento SAN
- UtilizationModel – modelos de utilização de recursos pelas cloudlets (RAM, BW, discos). Implementados: Full e Estocásticos.
- VM – Máquinas virtuais, incluindo MIPS, RAM, BW, escalonador das Cloudlets, etc.

Configuração de Simulações



- VmAllocationPolice – Políticas de alocações de VMs (de fábrica: simples, space shared, time shared)
- Distribuições implementadas (uso genérico) – Exponencial, Gamma, Lognormal, Lomax, Pareto, Uniform, Weibull, Zipf
- Power Aware – Suporte para não power aware, power aware, DVFS e threshold para migrações

Configuração de Simulações

- Modelos de potência – Cubico, linear, quadrático, "raiz-quadrático"





Exemplo
(Demonstração)