



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# Trabalho Prático sobre o Cloudsim / CloudAnalyst

**Equipe:**

Daniel Sucupira Lima  
José Henrique Brandão Neto

**Disciplina:** Sistemas Distribuídos

**Professor:** André Cardoso

Fortaleza, 2012

## **SUMÁRIO**

### **1) CloudAnalyst**

- Definições
- Características
- Aspectos medidos em uma Simulação
- Políticas definidas no CloudAnalyst

### **2) Estudo proposto no Artigo**

### **3) Objetivo Proposto no Trabalho**

### **4) Definição de Parâmetros Globais e Cenários**

### **5) Resultados Obtidos**

# CloudAnalyst

## Definições

CloudAnalyst é uma ferramenta extremamente útil usado para modelar um cenário do mundo real com a finalidade de estudar o comportamento de aplicações na internet e em um ambiente de computação em nuvem.

Um dos objetivos da ferramenta é separar a simulação da programação. Assim estudantes e pesquisadores podem focar em complexas simulações sem perder muito tempo nas atividades de programação necessárias para executar a simulação.

O CloudAnalyst também habilita a execução repetida de simulações e a condução de uma série de experimentos de simulação variando os parâmetros de forma rápida e fácil.

Ele oferece a modelação de entidades como:

**Data Centers:** A configuração de hardware é definida em termos de máquinas físicas compostas de processadores, dispositivos de armazenamento, memória e largura de banda interna.

**Máquinas Virtuais:** Definido memória, armazenamento e largura de banda para para cada VM nos Data Centers.

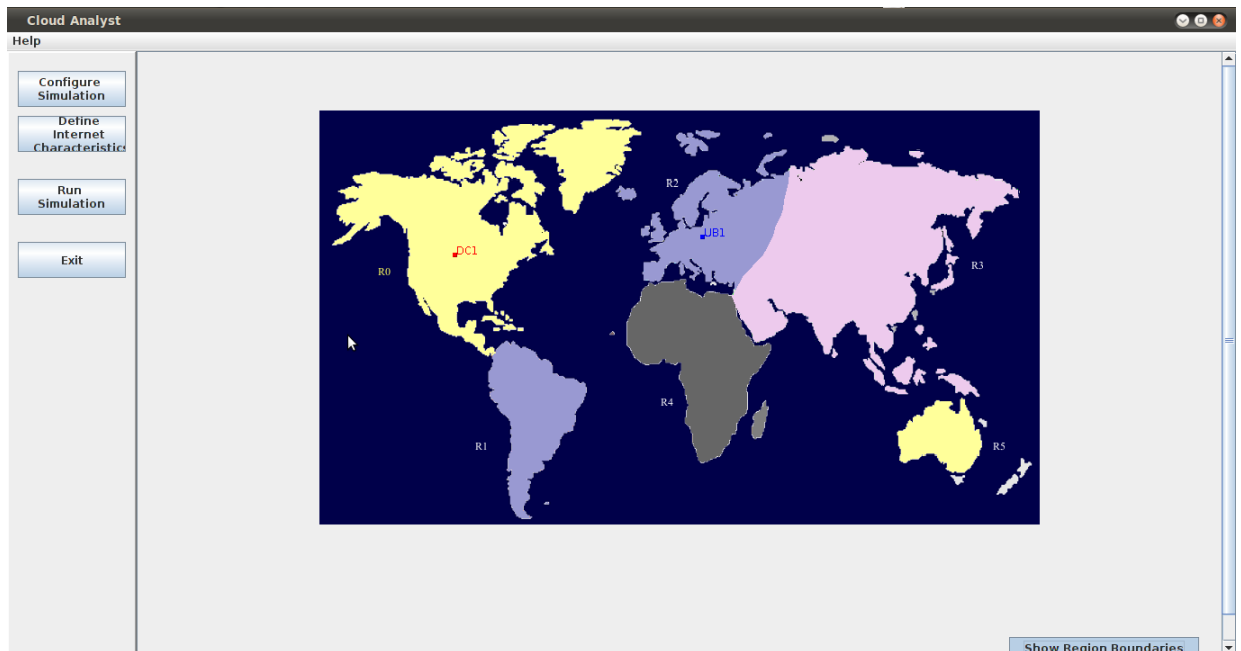
**Políticas de Alocação de Recursos, Alocação de requisições e Balanceamento de carga para os Data Centers:** Alocação de recursos (Time-Shared, Space-Shared), Alocação de requisições (Closest Data Center, Optimize response time, Reconfigure Dynamically), Balanceamento de carga (Round Robin, Equally spread current execution, throttled).

**Bases de usuários e Aplicações:** As bases de usuários são definidas em diferentes regiões do mundo e as aplicações de usuários são definidas para atuarem como geradores de tráfego e seus comportamentos são configuráveis.

## Características Principais do CloudAnalyst

### Regiões

No CloudAnalyst o mundo é dividido em 6 regiões representando os 6 continentes do globo. Outras entidades como base de usuários e data centers podem ser colocadas em alguma dessas regiões. Essa divisão é utilizada para manter o nível de realismo para as simulações.

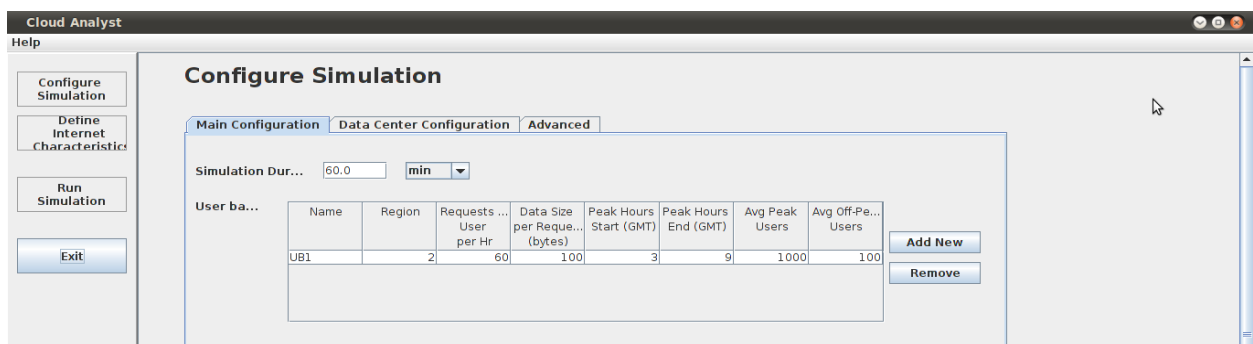


## Base de Usuários

Modela um grupo de usuários que é considerado como uma unidade na simulação atuando como um gerador de tráfego de dados.

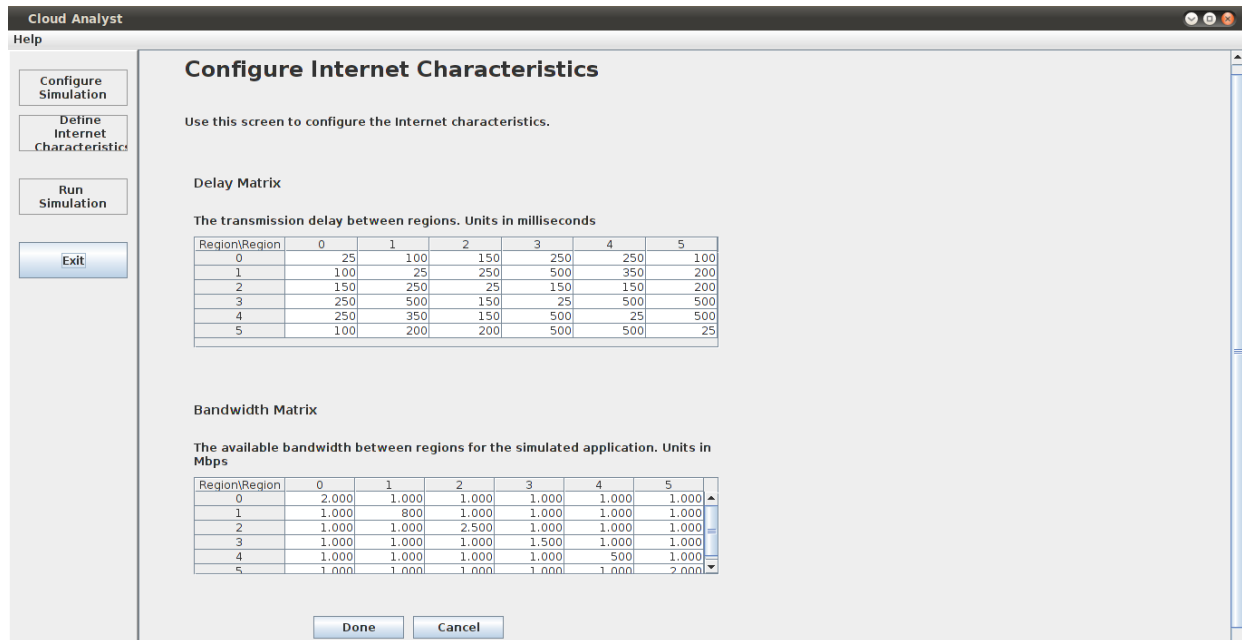
Uma base de usuários pode ser usada para representar uma única pessoa mas geralmente representa milhares.

Quando uma base de usuários é criada alguns parâmetros podem ser configurados como: nome, região em que será estabelecida, requisições feitas por hora, tamanho das requisições, horários de pico, número de usuários no horário de pico, número de usuários em horários normais.



## Internet

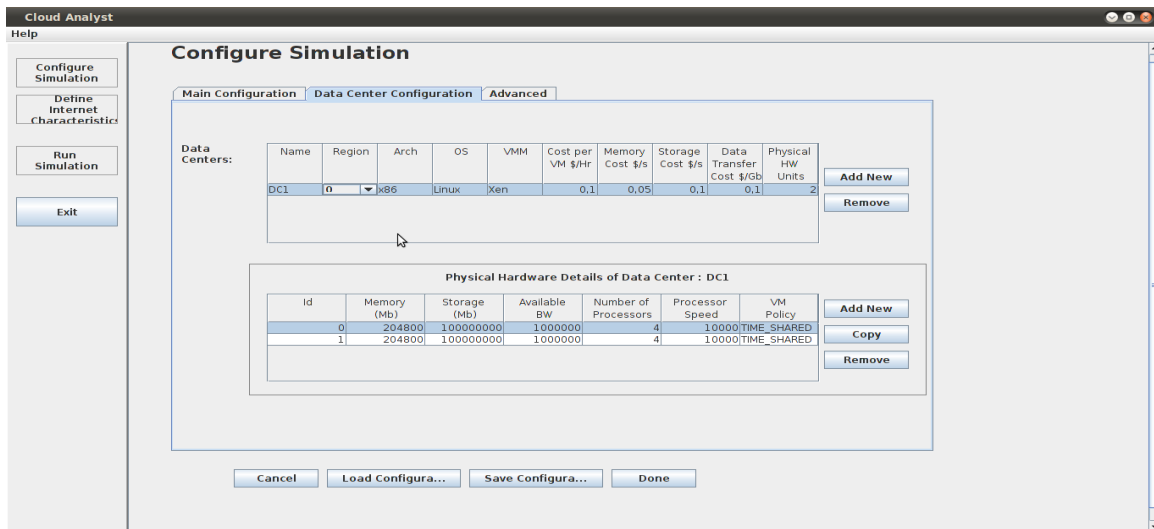
Essa característica é uma abstração para a internet no mundo real. Modela os tráfegos de dados ao redor do mundo introduzindo latência na transmissão e atrasos na transferência de dados para cada região.



## Data Center

A ferramenta possibilita definir data centers tentando ao máximo aproximá-los dos data centers reais utilizados em ambientes de computação em nuvem. É possível configurar parâmetros como: localização dos datacenters, arquitetura das máquinas, sistema operacional, número de servidores em cada data center, custos de infra-estrutura de TI e características de cada hardware alocado em um data center.

Interno ao cloudAnalyst existe um controlador de data center que gerencia as atividades do data center como a criação e destruição de máquina virtuais, roteamento de requisições recebidas de bases de dados através da internet para as máquinas virtuais.



## Máquinas Virtuais

Como máquinas virtuais são fortemente utilizadas em muitos data centers em cloud computing, CloudAnalyst oferece ferramentas para a configuração de máquina virtuais. Na ferramenta podem ser definidos parâmetros como: número de máquinas virtuais para cada data center, tamanho da imagem de cada máquina virtual, memória de cada VM e sua largura de banda.

Data Center	# VMs	Image Size	Memory	BW
DC1	5	10000	512	1000

## Aspectos medidos em uma Simulação

O simulador possui medições estatísticas produzidas após uma simulação. Essas medições são as seguintes:

### - Tempo de resposta da aplicação simulada

Tempo de resposta médio, mínimo e máximo de todas as solicitações simuladas de usuários.

O tempos de respostas divididos por grupos de usuários, localizados no interior das regiões geográficas.

O tempo de resposta dividido pelo tempo, mostrando o padrão de mudança ao longo do tempo de um dia.

### - Padrões de uso da aplicação

Mede quantos usuários usam a aplicação em determinado tempo de diferentes regiões do mundo, e o efeito global do uso dos data centers que hospedam a aplicação.

### - Tempo que um data center leva para servir uma requisição de usuário

Tempo de processamento de requisição global para uma simulação.

Tempo médio, mínimo e máximo de processamento de uma requisição por cada data center.

### - O custo da operação

Custo gasto por máquina virtual, transferência de dados, memória utilizada e armazenamento de dados.

# Políticas definidas no CloudAnalyst

## Service Broker Policy (Política de Agente de Serviços)

Nos cenários existentes existem 6 bases de usuários que estão espalhadas pelos continentes ao redor do mundo. Podem ser criados Data Centers em qualquer um desses continentes. Então, como decidir qual Data Center receberá as requisições? Assim, é necessário definir uma política responsável por decidir qual Data Center será responsável por atender o tráfego que está vindo das bases dos usuários.

Existem 3 políticas que estão implementadas no CloudAnalyst:

- Closest Data Center;
- Optimize response time;
- Reconfigure Dynamically.

### Closest Data Center

Devido as diferentes posições geográficas que os Data centers podem estar um data center, por estar mais próximo de uma base de usuário, pode receber uma requisição de forma mais rápida do que outro. Ou ainda, um data center pode estar um pouco mais distante do que outro data center com relação a uma base de usuário. Entretanto, por causa da infra-estrutura que liga a base de usuário e o data center ser melhor este data center pode receber a requisição em um menor tempo.

Esta política faz essa verificação e faz com que o data center que pode receber primeiro uma requisição realmente receba a mesma. A partir do momento que se descobre que determinado data center D1 recebe requisições de uma base de usuário B de uma forma mais rápida do que um data center D2 todas as requisições geradas por essa base de usuário B serão encaminhadas para o data center D1.

### Optimize response time

Se analisada a política Closest Data Center pode-se observar com facilidade que a mesma apresenta pontos fracos. Suponhamos que em um cenário existam dois Data Centers A e B disponíveis para as 6 bases de usuários. Usando a regra de menor tempo de para recebimento de requisição o Data Center A pode ficar responsável por processar requisições de 4 bases enquanto o Data Center B receberá requisições de apenas 2 bases. Este cenário pode ficar pior: supondo que as bases que o Data Center A ficou responsável produzirão uma alta quantidade de requisições o data center A ficará sobrecarregado. Já o Data Center B pode receber um número bem menor de requisições do que a quantidade que ele poderia processar de forma eficiente e sem estar sobrecarregado.

Assim, a política de otimização de tempo de resposta visa balancear a carga de trabalho. Ela faz com que um servidor não fique sobrecarregado enquanto outro está processando uma pequena quantidade de requisições.

## **Reconfiguração de número de VM dinamicamente**

Até aqui, nos modos de configuração dos Data Centers, os mesmos possuem uma quantidade fixa de máquinas virtuais alocadas que visam atender a quantidade de requisições que provavelmente o mesmo pode receber. Sabe-se que a quantidade de requisições geradas por usuários sofrem grandes variações. Essa requisições se tornam maiores se comparadas as quantidades de requisições geradas em períodos de tempo que estão contidos na hora de pico com as que não estão. Assim, as políticas atuais alocam uma quantidade de máquinas que sejam suficientes para suportar até mesmo o horário de pico.

Com isso, nos horários que não são de pico os Data Centers possuem uma grande quantidade de máquinas virtuais que podem ser consideradas no estado ocioso o que representa um prejuízo para as empresas responsáveis pelos Data Centers. Para tentar minimizar o prejuízo, ou seja, não apresentar uma grande quantidade de máquinas virtuais no estado ocioso, foi criada a política de alocação e desalocação dinâmica de máquinas virtuais. Com essa política, a medida que a quantidade de requisições que chegam a um data center aumenta a quantidade de máquinas virtuais alocadas também aumenta. Já nos momentos que a quantidade de requisições para um data center diminuir o mesmo acontecerá com a quantidade de máquinas virtuais alocadas. Dessa forma, consegue-se disponibilizar os serviços do Data Center nos momentos que estão ou não no horário de pico.

## **Cloudlet**

Um Cloudlet é um cluster constituído de computadores multi-core, com conectividade interna da ordem de gigabit com uma rede sem fio banda larga.

## **Política de balanceamento de carga dentro de um datacenter**

A estrutura que implementa um Data Center no CloudSim utiliza o conceito de Cloudlets. O controlador do Data Center usa uma entidade chamada no CloudSim de VmLoadBalancer para determinar qual Cloudlet disponível deve processar as requisições de uma máquina virtual. No CloudSim existem 3 diferentes entidades VmLoadBalancer, cada uma com um algoritmo diferente para balancear a carga. Os 3 algoritmos são:

1. Round-robin Load Balancer;
2. Active Monitoring Load Balancer;
3. Throttled Load Balancer.

### **Round-robin Load Balancer**

Utiliza o conhecido algoritmo round-robin para fazer a alocação de máquinas virtuais.



## **Active Monitoring Load Balancer**

Este algoritmo de balanceamento de carga distribui as tarefas entre as máquinas virtuais de forma igualitária como forma de igualar a quantidade de tarefas ativas em cada máquina virtual em um determinado momento.

## **Throttled Load Balancer**

Este algoritmo assegura que apenas um pré-definido número máximo de Cloudlets sejam alocados para uma única máquina virtual em um determinado momento. Caso chegue uma quantidade de grupo de requisições maior que o número de máquinas virtuais elas terão que ir para uma fila e esperar até o momento que a próxima máquina virtual se torne disponível.

## Estudo proposto no Artigo

O artigo propõe um estudo de caso da simulação de uma aplicação de rede social utilizada largamente no mundo. Uma aplicação dessa natureza apresenta padrões não uniformes de utilização sendo acessada em horários variados e de diferentes regiões do globo. Assim o número de requisições pela aplicação é bem elevado, muitas vezes sobrecarregando os servidores que servem tal aplicação.

A infra-estrutura oferecida pela computação em nuvem dinamicamente se adapta a esse número elevado de requisições, onde de acordo com a demanda, aumenta a disponibilidade da aplicação, evitando a perda do serviço.

Um exemplo de uma aplicação de rede social usada largamente é o facebook. Nesse estudo de caso proposto, é modelado o comportamento de uma aplicação de rede social como o facebook.

Para modelagem, execução e avaliação de custos dessa simulação será utilizado o CloudAnalyst.

**Artigo-Base:** CloudAnalyst: A CloudSim-based Visual Modeller for Analysing Cloud Computing Environments and Applications

## Objetivo Proposto no Trabalho

O objetivo do trabalho é encontrar uma melhor configuração para os cenários estabelecidos no artigo-base, modificando os seus parâmetros no cloudAnalyst para obter melhores resultados na simulação.

## Parâmetros Globais definidos no Artigo

O artigo defini 6 bases de usuários, cada uma representando uma região do mundo com a seguinte configuração:

User base	Region	Time Zone	Peak Hours (Local time)	Peak Hours (GMT)	Simultaneous Online Users During Peak Hrs	Simultaneous Online Users During Off-peak Hrs
UB1	0	GMT - 6.00	7.00-9.00 pm	13:00-15:00	400,000	40,000
UB2	1	GMT - 4.00	7.00-9.00 pm	15:00-17:00	100,000	10,000
UB3	2	GMT + 1.00	7.00-9.00 pm	20:00-22:00	300,000	30,000
UB4	3	GMT + 6.00	7.00-9.00 pm	01:00-03:00	150,000	15,000
UB5	4	GMT + 2.00	7.00-9.00 pm	21:00-23:00	50,000	5,000
UB6	5	GMT + 10.00	7.00-9.00 pm	09:00-11:00	80,000	8,000

Os custos de hospedagem são baseados no atual plano de preços da Amazon EC2.

Cost per VM per hour (1024Mb, 100MIPS)	\$0.10
Cost per 1Gb of data transfer (from/to Internet)	\$0.10

Outros parâmetros globais estabelecidos para máquina virtuais, data centers e usuários podem ser vistos na tabela abaixo:

<b>Parameter</b>	<b>Value Used</b>
VM Image Size	10000
VM Memory	1024 Mb
VM Bandwidth	1000
Data Center – Architecture	X86
Data Center – OS	Linux
Data Center – VMM	Xen
Data Center – Number of Machines	20
Data Center – Memory per Machine	2048 Mb
Data Center – Storage per machine	100000 Mb
Data Center – Available BW per Machine	10000
Data Center – Number of processors per machine	4
Data Center – Processor speed	100 MIPS
Data Center – VM Policy	Time Shared
User Grouping Factor	1000
Request Grouping Factor	100
Executable Instruction Length	250

Parâmetros estabelecidos para a internet no CloudAnalyst para cada região:

Valores de Latência

<b>Region/Region</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	25.0	100.0	150.0	250.0	250.0	100.0
<b>1</b>	100.0	25.0	250.0	500.0	350.0	200.0
<b>2</b>	150.0	250.0	25.0	150.0	150.0	200.0
<b>3</b>	250.0	500.0	150.0	25.0	500.0	500.0
<b>4</b>	250.0	350.0	150.0	500.0	25.0	500.0
<b>5</b>	100.0	200.0	200.0	500.0	500.0	25.0

Valores de Largura de Banda

<b>Region/Region</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	2000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
<b>1</b>	1000.0	800.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
<b>2</b>	1000.0	1000.0	2500.0	1000.0	1000.0	1000.0
<b>3</b>	1000.0	1000.0	1000.0	1500.0	1000.0	1000.0
<b>4</b>	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	500.0	1000.0
<b>5</b>	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	2000.0

## Cenários

Para cada um dos cenários definidos no artigo foram feitas diversas simulações. O resultado dessas simulações são apresentadas a seguir. Dentre todos os resultados obtidos foram selecionados os melhores.

## Cenário 1 (definido pelo artigo)

### Datacenters:

- DC1 com 50 máquinas virtuais na região 0

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Equally Spread Current Execution

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	7964,98	223,00	39003,19
Tempo de processamento do DC	7692,00	50,55	38938,86

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	7692,00	50,55	38938,86

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	512,74	632,79

Total Virtual Machine Cost (\$): 120,05

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 632,79

## Cenário 1 (modificação 1)

### Datacenters:

- DC1 com 50 máquinas virtuais na região 2

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Equally Spread Current Execution

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	7872,05	381,97	39075,32
Tempo de processamento do DC	7568,86	50,59	38734,86

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	7568,86	50,59	38734,86

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	512,74	632,79

Total Virtual Machine Cost (\$): 120,05

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 632,79

## Cenário 1 (modificação 2)

### Datacenters:

- DC1 com 50 máquinas virtuais na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Equally Spread Current Execution

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	8073,99	168,69	39490,88
Tempo de processamento do DC	7476,26	50,01	38930,86

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	7476,26	50,01	38930,86

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	512,74	632,79

Total Virtual Machine Cost (\$): 120,05

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 632,79

## Cenário 1 (modificação 3)

### Datacenters:

- DC1 com 50 máquinas virtuais na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	7919,54	166,97	48179,67
<b>Tempo de processamento do DC</b>	7329,40	50,66	47545,57

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	7329,40	50,66	47545,57

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	60,03	512,74	572,76

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 60,03  
**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74  
**Grand Total (\$):** 572,76



## Cenário 1 (modificação 4)

### Datacenters:

- DC1 com 50 máquinas virtuais na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimize Response Time
- Load Balancing Policy: Equally Spread Current Execution Load

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	8065,15	166,65	39474,82
<b>Tempo de processamento do DC</b>	7467,44	50,52	38916,10

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	7467,44	50,52	38916,10

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	120,05	512,74	632,79

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 120,05

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 632,79

## Cenário 1 (modificação 5)

### Datacenters:

- DC1 com 50 máquinas virtuais na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Reconfigure Dynamically
- Load Balancing Policy: Trottled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	4497,46	166,97	45695,91
<b>Tempo de processamento do DC</b>	3924,42	50,01	44665,82

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	3924,42	50,01	44665,82

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	190,57	512,74	703,31

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 190,57

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 703,31

## Cenário 2 caso 1 (definido no artigo)

### Datacenters:

- DC1 com 25 VM na região 0; DC2 com 25 VM na região 2

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Equally Spread Current Execution Load

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	15067,99	275,17	86867,28
Tempo de processamento do DC	14872,07	100,59	86810,03

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	16906,41	100,59	86810,03
DC2	12481,63	125,35	45852,59

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	60,03	277,00	337,03
DC2	60,03	235,74	295,76

Total Virtual Machine Cost (\$): 120,05

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 703,31

## Cenário 2 caso 1 (modificação 1)

### Datacenters:

- DC1 com 25 VM na região 2; DC2 com 25 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	7626,29	166,97	48009,67
Tempo de processamento do DC	7351,48	50,66	47615,57

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	7642,81	50,66	47615,57
DC2	1389,89	125,04	6729,77

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	60,03	488,85	548,87
DC2	60,03	23,89	83,91

Total Virtual Machine Cost (\$): 120,05

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 632,79

## Cenário 2 caso 1 (modificação 2)

### Datacenters:

- DC1 com 10 VM na região 2; DC2 com 10 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Reconfigure Dynamically
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	5539,93	174,21	26040,93
<b>Tempo de processamento do DC</b>	5283,01	125,54	25435,83

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	5473,52	150,72	25435,83
<b>DC2</b>	988,24	125,54	5003,16

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	75,91	8,09	83,40
<b>DC2</b>	83,04	0,36	84,00

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 158,95

**Total Data Transfer Cost (\$):** 8,45

**Grand Total (\$):** 167,40

## Cenário 2 caso 1 (modificação 3)

### Datacenters:

- DC1 com 25 VM na região 2; DC2 com 25 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Reconfigure Dynamically
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	2263,88	175,93	10567,31
<b>Tempo de processamento do DC</b>	2008,25	125,27	9996,17

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	2069,72	150,72	9996,17
<b>DC2</b>	726,38	125,27	5753,81

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	132,91	9,62	142,53
<b>DC2</b>	130,59	0,46	131,05

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 263,50

**Total Data Transfer Cost (\$):** 10,08

**Grand Total (\$):** 273,58

## Cenário 2 caso 2 (definido no artigo)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 0; DC2 com 50 VM na região 2

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Equally Spread Current Execution Load

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	7337,65	223,00	30119,65
Tempo de processamento do DC	7176,89	50,59	30054,92

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	8030,21	50,59	30054,92
DC2	6174,19	125,01	26112,04

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	277,00	397,05
DC2	120,05	235,74	355,79

Total Virtual Machine Cost (\$): 240,10

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 752,84

## Cenário 2 caso 2 (modificação 1)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 2; DC2 com 50 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Closest Data Center
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	3949,95	166,97	24259,67
<b>Tempo de processamento do DC</b>	3686,30	50,01	23865,57

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	3828,99	50,01	23865,57
<b>DC2</b>	766,33	125,01	3479,77

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	120,05	488,85	608,90
<b>DC2</b>	120,05	23,89	143,94

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 240,10

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 752,84



## Cenário 2 caso 2 (modificação 2)

### Datacenters:

- DC1 com 25 VM na região 2; DC2 com 25 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise Response Time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	6226,09	167,98	47522,71
<b>Tempo de processamento do DC</b>	5880,60	50,31	47144,62

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	6982,11	50,38	47144,62
<b>DC2</b>	2677,86	50,31	23108,95

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	60,03	381,52	441,55
<b>DC2</b>	60,03	131,22	191,24

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 120,05

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 632,79

## Cenário 2 caso 2 (modificação 3)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 2; DC2 com 50 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise Response Time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>Tempo de resposta global</b>	3219,34	167,98	24050,50
<b>Tempo de processamento do DC</b>	2890,43	50,20	23654,18

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

<b>Data Center</b>	<b>Médio (ms)</b>	<b>Mínimo (ms)</b>	<b>Máximo (ms)</b>
<b>DC1</b>	3267,24	50,24	23654,18
<b>DC2</b>	1736,12	50,20	11619,11

#### Custo:

<b>Data Center</b>	<b>VM (\$)</b>	<b>Transferência de dados</b>	<b>Total</b>
<b>DC1</b>	120,05	386,55	506,60
<b>DC2</b>	120,05	126,19	246,24

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 240,10  
**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74  
**Grand Total (\$):** 752,84

## Cenário 2 caso 2 (modificação 4)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 2; DC2 com 50 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Reconfigure Dynamically
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	4221,38	166,97	138217,71
Tempo de processamento do DC	3959,37	50,01	137789,62

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	4111,96	50,01	137789,62
DC2	836,83	125,01	7751,52

### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	190,51	488,85	679,36
DC2	190,34	23,89	214,23

Total Virtual Machine Cost (\$): 380,85  
Total Data Transfer Cost (\$): 512,74  
Grand Total (\$): 893,59

## Cenário 2 caso 3 (Definido no artigo)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 0; DC2 com 50 VM na região 2

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise Response Time
- Load Balancing Policy: Equally Spread Current Execution

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	6857,81	227,50	39031,60
Tempo de processamento do DC	6664,40	50,23	38970,37

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	8042,92	50,28	38970,37
DC2	5078,99	50,23	26116,38

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	274,26	394,31
DC2	120,05	238,47	358,52

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 240,10

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 752,84

## Cenário 2 caso 3 (Modificação 1)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 2; DC2 com 50 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise Response Time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	3216,90	166,96	24024,86
Tempo de processamento do DC	2889,95	50,05	23639,61

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	3324,15	50,08	23639,61
DC2	1600,01	50,05	12634,16

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	383,61	503,66
DC2	120,05	129,13	249,18

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 240,10

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 752,84

## Cenário 2 caso 3 (Modificação 2)

### Datacenters:

- DC1 com 25 VM na região 2; DC2 com 25 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise Response Time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	6205,76	167,85	48022,79
Tempo de processamento do DC	5857,64	50,16	47636,19

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	6970,27	50,25	47636,19
DC2	2766,03	50,16	23123,50

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	60,03	377,04	437,07
DC2	60,03	135,69	195,72

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 120,05

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 632,79

## Cenário 2 caso 3 (Modificação 3)

### Datacenters:

- DC1 com 75 VM na região 2; DC2 com 75 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise Response Time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	2350,21	167,59	16298,94
Tempo de processamento do DC	2033,74	50,17	15901,48

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	2298,15	50,29	15901,48
DC2	1123,61	50,17	7639,85

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	180,08	397,31	577,39
DC2	180,08	115,42	295,50

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 360,15

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 872,89

## Cenário 2 caso 3 (Modificação 4)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 2; DC2 com 50 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Reconfigure Dinamicamente
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	4221,26	166,97	138217,71
Tempo de processamento do DC	3959,24	50,01	137789,62

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	4111,83	50,01	137789,62
DC2	836,88	125,01	7751,52

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	190,51	488,85	679,36
DC2	190,34	23,89	214,23

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 380,85

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 893,59



## Cenário 2 caso 4 (definido no artigo)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 0; DC2 com 50 VM na região 2

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	3427,24	221,86	24049,39
Tempo de processamento do DC	3251,14	50,14	23964,10

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	3923,60	50,14	23964,10
DC2	2467,22	50,33	16979,93

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	275,99	396,04
DC2	120,05	236,75	356,80

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 240,10

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 752,84

## Cenário 2 caso 4 (modificação 1)

### Datacenters:

- DC1 com 25 VM na região 2; DC2 com 25 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	5917,30	168,23	48021,29
Tempo de processamento do DC	5568,08	50,10	47636,19

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	6461,20	50,15	47636,19
DC2	3197,42	50,10	24105,31

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	60,03	372,43	432,45
DC2	60,03	140,31	200,33

Total Virtual Machine Cost (\$): 120,05

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 632,79

## Cenário 2 caso 4 (modificação 2)

### Datacenters:

- DC1 com 75 VM na região 2; DC2 com 75 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	2232,51	167,98	16298,94
Tempo de processamento do DC	1911,59	50,11	15901,48

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	2102,50	50,16	15901,48
DC2	1314,22	50,11	8100,31

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	180,08	388,56	568,64
DC2	180,08	124,18	304,25

Total Virtual Machine Cost (\$): 360,15

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 872,89

## Cenário 2 caso 4 (modificação 3)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 2; DC2 com 50 VM na região 4

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	3293,94	167,98	24003,83
Tempo de processamento do DC	2968,45	50,17	23639,61

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	3397,22	50,23	23639,61
DC2	1596,18	50,17	12120,43

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	390,67	510,72
DC2	120,05	122,06	242,12

Total Virtual Machine Cost (\$): 240,10

Total Data Transfer Cost (\$): 512,74

Grand Total (\$): 752,84

## Cenário 2 caso 5 (Definido no Artigo)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 0
- DC2 com 50 VM na região 2
- DC3 com 50 VM na região 3

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	3048,28	167,69	24041,95
Tempo de processamento do DC	2870,16	50,21	23965,65

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	3555,30	50,21	23965,65
DC2	2725,98	50,25	19226,52
DC3	1257,68	50,49	10877,61

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	248,97	369,02
DC2	120,05	173,49	293,54
DC3	120,05	90,27	210,32

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 120,05

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 632,79

## Cenário 2 caso 5 (Modificação 1)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 4
- DC2 com 50 VM na região 2
- DC3 com 50 VM na região 3

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	2638,26	167,14	24248,91
Tempo de processamento do DC	2319,04	50,02	23885,31

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	1958,00	50,18	12363,91
DC2	2698,90	50,02	23885,31
DC3	1499,28	50,05	10389,78

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	115,16	235,21
DC2	120,05	306,34	426,39
DC3	120,05	91,24	211,29

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 360,15

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 872,89

## Cenário 2 caso 5 (Modificação 2)

### Datacenters:

- DC1 com 75 VM na região 4
- DC2 com 75 VM na região 2
- DC3 com 75 VM na região 3

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	1895,72	167,23	16285,37
Tempo de processamento do DC	1591,81	50,02	15898,19

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	1283,73	50,05	8141,65
DC2	1842,42	50,02	15898,19
DC3	1054,76	50,04	8376,31

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	180,08	103,59	283,67
DC2	180,08	319,49	499,56
DC3	180,08	89,66	269,73

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 540,23  
**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74  
**Grand Total (\$):** 1052,96

## Cenário 2 caso 5 (Modificação 3)

### Datacenters:

- DC1 com 50 VM na região 4
- DC2 com 25 VM na região 2
- DC3 com 10 VM na região 3

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	4201,65	167,08	48707,36
Tempo de processamento do DC	3836,80	50,01	48098,68

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	1950,00	50,01	12884,82
DC2	4538,62	50,10	36090,00
DC3	7040,51	50,47	48098,68

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	120,05	194,72	314,77
DC2	60,03	260,38	320,40
DC3	24,01	57,64	81,65

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 204,09

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 716,8



## Cenário 2 caso 6 (Definido no Artigo)

### Datacenters:

- DC1 com 75 VM na região 0
- DC2 com 50 VM na região 2
- DC3 com 25 VM na região 3

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	2778,60	167,32	19301,31
Tempo de processamento do DC	2621,18	50,02	19226,52

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	2549,61	50,02	15968,87
DC2	2735,28	50,39	19226,52
DC3	2631,84	100,42	15920,56

### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	180,08	280,14	460,22
DC2	120,05	169,85	289,90
DC3	60,03	62,75	122,77

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 360,15

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 872,89

## Cenário 2 caso 6 (modificação 1)

### Datacenters:

- DC1 com 75 VM na região 4
- DC2 com 50 VM na região 2
- DC3 com 50 VM na região 3

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	2708,47	167,20	22035,35
Tempo de processamento do DC	2386,06	50,01	21652,74

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	1233,33	50,01	7858,56
DC2	2813,18	50,02	21652,74
DC3	2953,48	50,05	19680,78

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	180,08	144,21	324,29
DC2	120,05	305,57	425,62
DC3	60,03	62,96	122,98

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 360,15

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 872,89

## Cenário 2 caso 6 (modificação 2)

### Datacenters:

- DC1 com 75 VM na região 4
- DC2 com 50 VM na região 2
- DC3 com 25 VM na região 3

### Políticas utilizadas:

- Service Broken Policy: Optimise response time
- Load Balancing Policy: Throttled

### Resultados:

#### Tempos de resposta:

	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
Tempo de resposta global	2618,76	167,62	23785,29
Tempo de processamento do DC	2288,83	50,09	23399,11

#### Tempos de Atendimento de Requisição pelos Data Centers:

Data Center	Médio (ms)	Mínimo (ms)	Máximo (ms)
DC1	1233,66	50,23	7861,19
DC2	2625,69	50,09	23399,11
DC3	3140,15	50,64	19178,72

#### Custo:

Data Center	VM (\$)	Transferência de dados	Total
DC1	180,08	148,95	329,02
DC2	120,05	296,50	416,55
DC3	60,03	67,29	127,32

**Total Virtual Machine Cost (\$):** 360,15

**Total Data Transfer Cost (\$):** 512,74

**Grand Total (\$):** 872,89

# Resultados

Visto que nos resultados existem 4 diferentes aspectos que devem ser analisados nos resultados das simulações, será apontado a melhor configuração de cada aspecto analisado.

**Aspecto 1:** Tempo de resposta global médio

**Aspecto 2:** Tempo médio de processamento do DC

**Aspecto 3:** Tempo médio para atendimento de requisição no data center

**Aspecto 4:** Grandeza total = Custo total com máquina virtual + custo total de transferência de dados

## Melhores Resultados

**Aspecto 1:** Tempo de resposta global médio (em ms)

As 3 melhores configurações encontradas foram:

- 1) Cenário 2 – caso 5 (Modificação 2)  
Tempo de resposta Global médio: 1895,72
- 2) Cenário 2 – caso 4 (Modificação 2)  
Tempo de resposta Global médio: 2232,51
- 3) Cenário 2 – caso 1 (Modificação 3)  
Tempo de resposta Global médio: 2263,51

**Aspecto 2:** Tempo médio de processamento do DC (em ms)

As 3 melhores configurações encontradas foram:

- 1) Cenário 2 – caso 5 (Modificação 2)  
Tempo de resposta Global: 1591,81
- 2) Cenário 2 – caso 4 (Modificação 2)  
Tempo de resposta Global: 1911,59
- 3) Cenário 2 – caso 1 (Modificação 3)  
Tempo de resposta Global: 2008,25

### **Aspecto 3:** Tempo médio para atendimento de requisição no data center (em ms)

As 3 melhores configurações encontradas foram:

**1)** Cenário 2 - caso 5 (modificação 2)

média: 1393,63

**2)** Cenário 2 - caso 1 (modificação 3)

média: 1398,05

**3)** Cenário 2 - caso 4 (modificação 2)

média: 1708,36

### **Aspecto 4:** Grandeza Total (\$)

As 3 melhores configurações encontradas foram:

**1)** Cenário 2 – caso 1 (Modificação 2)

Tempo de resposta Global: \$ 167,40

**2)** Cenário 2 – caso 1 (Modificação 3)

Tempo de resposta Global: \$ 273,58

**3)** Cenário 1 (Modificação 3)

Tempo de resposta Global: \$ 572,76

### **Comparação de cenários entre os 4 critérios**

\* O Cenário 2 – caso 5 (Modificação 2) aparece em 3 critérios como o melhor cenário. Ele não aparece entre os 3 melhores apenas no critério 4 (Grandeza geral);

\* O Cenário 2 – caso 4 (Modificação 2) aparece em 3 critérios dentre os 3 melhores sendo que por duas vezes o 2º melhor cenário (Tempo de resposta global e tempo e Global de processamento). Ele não aparece entre os 3 melhores apenas no critério 4 (Grandeza geral);

\* O Cenário 2 – caso 1 (Modificação 3) aparece nos 4 critérios como um dos 3 melhores cenários;

\* O Cenário 2 – caso 1 (Modificação 2) e o Cenário 1 (Modificação 3) aparecem 1 vez entre os 3 melhores no critério 4 (Grand Total).