

# Análise de sensibilidade em modelos hierárquicos para sistemas de cloud computing

Proposta de tese de doutorado

Rubens de Souza Matos Júnior

Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Informática - CIn

16 de Março de 2012

# Sumário

- 1 Motivação para computação em nuvem
- 2 Modelagem hierárquica e Análise de sensibilidade
- 3 Estudos de caso

# Questões sobre computação em nuvem

- Vários tipos de sistemas distribuídos migrando para/nascendo nesse modelo
  - Aplicações web clássicas
  - Redes sociais
  - Serviços web isolados e compostos
- Falhas no serviço Amazon EC2
  - Cascadeamento de falhas nos volumes EBS
  - Replicação negligenciada pelos projetistas das aplicações
- Interdependência entre aplicações
  - Serviços mashup
  - Aplicações e jogos dentro de redes sociais (Facebook, Orkut, Twitter)

# Infraestrutura MoDCS Cloud

- Know-how adquirido
  - Implantação da nuvem Eucalytus
  - Experimentos de envelhecimento de software
- Perspectiva de trabalhos envolvendo aspectos em outros níveis da nuvem
  - Armazenamento distribuído
  - Desempenho de alocação de VMs
  - Desempenho/disponibilidade de aplicações executando na nuvem

# Questões a serem respondidas

## Perguntas

Considerando um dado cenário de aplicação, como descobrir o que produzirá maiores ganhos na disponibilidade/desempenho?

- Hardware mais potente/confiável
- Arquitetura mais sofisticada
- Software mais flexível/resiliente

# Questões a serem respondidas

## Perguntas

Considerando um dado cenário de aplicação, como descobrir o que produzirá maiores ganhos na disponibilidade/desempenho?

- Hardware mais potente/confiável
- Arquitetura mais sofisticada
- Software mais flexível/resiliente

## Possíveis respostas

Modelos hierárquicos, considerando os componentes de diferentes níveis.

Análise de Sensibilidade para obter respostas diretas.

# Tipos de modelos a serem considerados

## 1 Para dependabilidade

- Fault Tree
- RBD
- Markov chains

# Tipos de modelos a serem considerados

## 1 Para dependabilidade

- Fault Tree
- RBD
- Markov chains

## 2 Para desempenho

- Markov chains
- GSPN
- Redes de Fila?



# Tipos de modelos a serem considerados

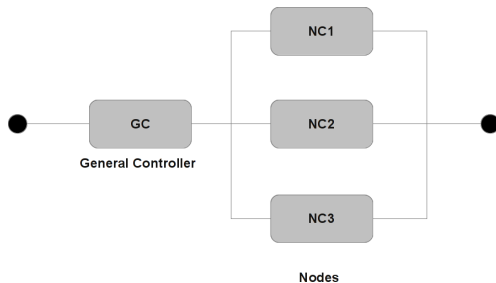
- 1 Para dependabilidade
  - Fault Tree
  - RBD
  - Markov chains
- 2 Para desempenho
  - Markov chains
  - GSPN
  - Redes de Fila?
- 3 Combinações:  $\binom{1}{1}$ ;  $\binom{1}{2}$ ;  $\binom{2}{1}$ ;  $\binom{2}{2}$

## Diferenciais almejados

- Junção de modelos a nível de aplicação com modelos de infraestrutura (Eucalyptus)
- Consideração de aspectos de dependabilidade/desempenho relacionados a software aging
- Análise de sensibilidade automatizada
- Foco em aspectos de cloud/elastic computing: dynamic provisioning



# Eucalyptus: Modelo RBD (alto nível)



## Eucalyptus: Modelo CTMC (nível GC)

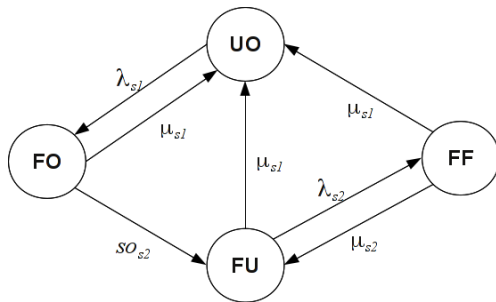
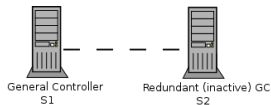
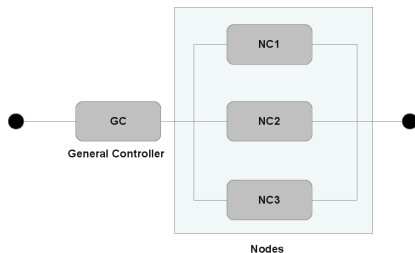


Figura: Controlador geral com redundância cold-standby

# Sensibilidade da Disponibilidade: Modelo de alto nível



$$A_S = A_{GC} * A_{Nodes},$$
$$\frac{\partial A_S}{\partial \theta} = \frac{\partial A_{GC}}{\partial \theta} A_{Nodes} + A_{GC} \frac{\partial A_{Nodes}}{\partial \theta}$$

## Sensibilidade da Disponibilidade: Nós

$$A_{Nodes} = (1 - \prod_{i=1}^3 (1 - A_{NC_i})),$$
$$\frac{\partial A_{Nodes}}{\partial \theta} = \frac{\partial (1 - \prod_i^3 (1 - A_{NC_i}))}{\partial \theta}$$
$$\frac{\partial A_{Nodes}}{\partial \theta} = \frac{\partial (1 - (1 - A_{NC_i})^3)}{\partial \theta}$$

## Sensibilidade da Disponibilidade: Nós

$$A_{Nodes} = (1 - \prod_{i=1}^3 (1 - A_{NC_i})),$$
$$\frac{\partial A_{Nodes}}{\partial \theta} = \frac{\partial (1 - \prod_i^3 (1 - A_{NC_i}))}{\partial \theta}$$
$$\frac{\partial A_{Nodes}}{\partial \theta} = \frac{\partial (1 - (1 - A_{NC_i})^3)}{\partial \theta}$$

$$A_{NC_i} = \frac{\mu_{NC}}{\lambda_{NC} + \mu_{NC}}$$



## Sensibilidade da Disponibilidade: General Controller

$$A_{GC} = \frac{\mu_{s1} + \frac{SO_{s2} * \lambda_{s1} * (\mu_{s1} + \mu_{s2})}{(SO_{s2} + \mu_{s1}) * (\lambda_{s2} + \mu_{s1} + \mu_{s2})}}{\lambda_{s1} + \mu_{s1}}$$

## Sensibilidade da Disponibilidade: General Controller

$$A_{GC} = \frac{\mu_{s1} + \frac{SO_{s2} * \lambda_{s1} * (\mu_{s1} + \mu_{s2})}{(SO_{s2} + \mu_{s1}) * (\lambda_{s2} + \mu_{s1} + \mu_{s2})}}{\lambda_{s1} + \mu_{s1}}$$

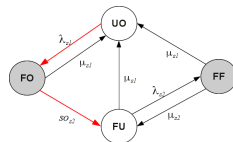
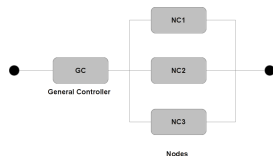
$$\frac{\partial A_{GC}}{\partial \lambda_{s1}} = - \left( \frac{\lambda_{s1} * SO_{s2} * (\mu_{s2} + \mu_{s1})}{(\mu_{s2} + \mu_{s1} + \lambda_{s2}) * (\mu_{s1} + SO_{s2}) * (\lambda_{s1} + \mu_{s1})^2} + \mu_{s1} \right) + \frac{(\mu_{s2} + \mu_{s1}) * SO_{s2}}{(\mu_{s2} + \mu_{s1} + \lambda_{s2}) * (\mu_{s1} + SO_{s2}) * (\lambda_{s1} + \mu_{s1})}$$

# Resultados

Parâmetro	Valor
$\lambda_{s1}$	0,0001
$\lambda_{s2}$	0,0002
$\mu_{s1}$	0,2
$\mu_{s2}$	0,2
$SO_{s2}$	20
$\lambda_{nc}$	0,0005
$\mu_{nc}$	0,2

Disponibilidade do sistema: 0,9999947892

# Resultados



Parâmetro	$SS_k(A)$
$\lambda_{s1}$	$-5,192 \times 10^{-6}$
$so_{s2}$	$4,896 \times 10^{-6}$
$\mu_{s1}$	$4,196 \times 10^{-7}$
$\lambda_{s2}$	$-2,471 \times 10^{-7}$
$\mu_{s2}$	$1,235 \times 10^{-7}$
$\mu_{nc}$	$4,640 \times 10^{-8}$
$\lambda_{nc}$	$-4,640 \times 10^{-8}$

## Próximos passos

- Comparar resultados da análise diferencial com resultados de DoE
- Integrar métricas como Birnbaum's Importance, Structural Importance, etc.
- Incorporar modelos de:
  - Envelhecimento/rejuvenescimento do Eucalyptus
  - Desempenho de alocação de máquinas virtuais
  - Desempenho/confiabilidade de aplicações Mashup (web services)

