

AVALIAÇÃO DE DEPENDABILIDADE E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE EM UM AMBIENTE DE PAAS

Ramon Santos Nascimento

Orientador: Jean Teixeira



Universidade Federal Rural de Pernambuco

ramonsantos.pe@gmail.com

12 de dezembro de 2015

Agenda

- Resumo
- Introdução
- Fundamentação Teórica
- Metodologia
- Modelos Propostos
- Resultados
- Considerações

- Foram propostos cenários de implantação de PaaS (Cloud Foundry);
- Cenários foram modelados de forma hierárquica e heterogênea através dos modelos RBD e CTMC;
- Foram feitas **avaliações de dependabilidade** (disponibilidade e confiabilidade) e **análise de sensibilidade**.

Introdução

Motivação

- Atributos de dependabilidade são **fatores de qualidade** de serviços de TI;
- Avaliação de dependabilidade é importante para o **planejamento, desenvolvimento e gerenciamento** de Nuvens;
- Avaliação por modelos analíticos é **menos custosa** que o monitoramento da aplicação em fase de produção;
- Não foram encontrados trabalho com avaliação de dependabilidade por meio de modelos analíticos em PaaS.

Objetivos

- Propor **modelos de dependabilidade** para ambientes de PaaS;
- Identificar os componentes que mais influenciam na disponibilidade da plataforma;
- Recomendar uma configuração eficiente (em termos de recursos computacionais) para a implantação de PaaS que suportem alta disponibilidade;
- Encontrar possíveis gargalos na dependabilidade da plataforma e sugerir mudanças para superá-los.

Trabalhos Relacionados

Artigos	CTMC	SPN	RBD	Outras	Contexto
(KOUTRAS; PLATIS, 2006)	✓				Rejuvenescimento de <i>Software</i>
(ZHAO; SONG, 2008)	✓				Rejuvenescimento de <i>Software</i>
(KOUTRAS et al., 2009)	✓				Rejuvenescimento de <i>Software</i>
(CALLOU et al., 2010)		✓	✓		<i>Data Centers</i>
(WEI et al., 2011a)	✓		✓		<i>Clusters Virtuais</i>
(WEI et al., 2011b)		✓	✓		<i>Data Centers</i> Virtuais em Nuvem
(GUIMARÃES et al., 2011)		✓			Infraestrutura de Redes
(DANTAS et al., 2012b)	✓		✓		Computação em Nuvem / IaaS
(CALLOU et al., 2012)		✓	✓		<i>Data Centers</i>
(ZENG et al., 2012)		✓	✓		Redes Inteligentes
(DANTAS et al., 2012a)	✓		✓		Computação em Nuvem / IaaS
(OMIDI; MORADI, 2012)		✓	✓		<i>Web Services</i>
(ZHANG et al., 2012)				✓	Computação em Nuvem / PaaS

Trabalhos Relacionados

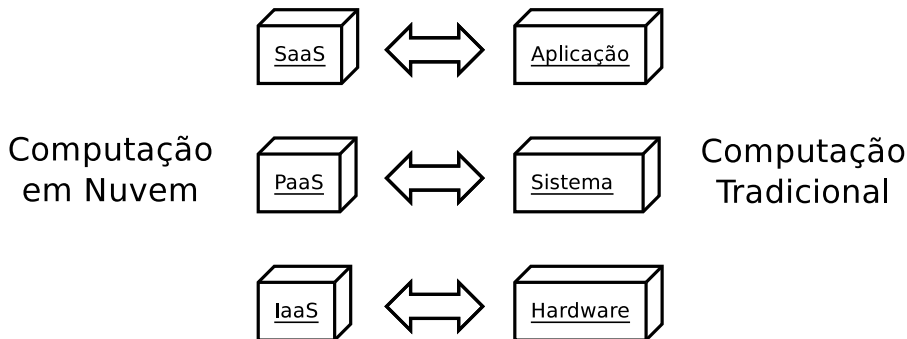
Artigos	CTMC	SPN	RBD	Outras	Contexto
(SOUSA et al., 2013)		✓	✓		Computação em Nuvem / IaaS
(OLIVEIRA et al., 2013)		✓	✓		Computação em Nuvem / Móvel
(SOUSA et al., 2014a)		✓	✓		Computação em Nuvem / IaaS
(XIANG et al., 2014)		✓	✓		Redes Inteligentes
(BEZERRA et al., 2014)	✓		✓		Computação em Nuvem / IaaS
(SOUSA et al., 2014b)		✓	✓		Computação em Nuvem / IaaS
(ZHOU et al., 2014)				✓	Computação em Nuvem / PaaS
(ARAUJO et al., 2014)		✓	✓		Aplicações mHealth em Nuvem Móvel
(BRILHANTE et al., 2014)		✓			Computação em Nuvem / IaaS
(MELO et al., 2014)	✓		✓		Computação em Nuvem / IaaS
(MATOS et al., 2015)	✓		✓		Computação em Nuvem / Móvel
(SOUSA et al., 2015)		✓	✓		Computação em Nuvem / IaaS

Fundamentação Teórica

Computação em Nuvem

Definição

A computação em nuvem pode ser definida como um modelo que permite o acesso conveniente a recursos computacionais (armazenamento, processamento, aplicações, serviços e etc) sob demanda, que podem ser rapidamente provisionados e liberados com um esforço mínimo de gerenciamento.



A Plataforma como um Serviço (*Platform as a Services*) providencia um ambiente onde os desenvolvedores possam:

- Usar serviços e ferramentas para o desenvolvimento;
- Implantar aplicações;
- Gerenciar aplicações.

Dependabilidade diz respeito a capacidade de entrega de um serviço que pode ser considerando confiável. Entre os principais atributos de dependabilidade estão:

- **Disponibilidade:** A capacidade de um sistema estar de prontidão para prover um serviço corretamente;
- **Confiabilidade:** A probabilidade que um sistema irá prover um serviço de forma contínua até uma instante de tempo t ;
- **Segurança:** Ausência de consequências catastróficas que poderiam afetar o(s) usuário(s) e o ambiente;
- **Integridade:** Ausência de alterações impróprias no estado de um sistema;
- **Manutenibilidade:** A habilidade para sofrer reparos e modificações;
- **Confidencialidade:** Ausência de divulgação desautorizada de informação.

Cálculo de disponibilidade:

$$Disponibilidade = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

Tempo de indisponibilidade em um ano:

$$Downtime_{anual} = (1 - Disponibilidade) \times 8760h$$

Número de nove:

$$Nof9s = -\log_{10}(1 - Disponibilidade)$$

A função de confiabilidade $R(t)$ representa a probabilidade de que um sistema será operado sem falha em um intervalo de tempo entre 0 e t :

$$R(t) = P(T > t), t \geq 0$$

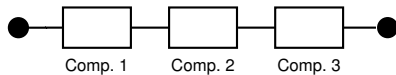
onde T é uma variável aleatória que representa o tempo para ocorrência de defeitos.

Modelos Combinatórios:

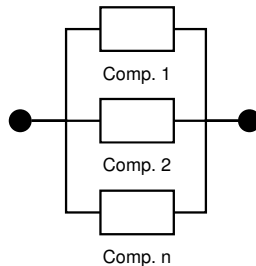
- FT - Árvore de Falha;
- RBD - Diagrama de Bloco de Confiabilidade;
- RG - Grafos de Confiabilidade.

Modelos Baseados em Estado:

- CTMC - Cadeias de Markov de Tempo Contínuo;
- SMP - Processos semi-Markov;
- SPN - Redes de Petri Estocásticas;
- GSPN - Redes de Petri Estocásticas Generalizadas;
- MRGP - Processo Regenerativo de Markov.

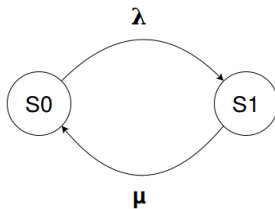


$$R_s = \prod_{i=1}^n R_i$$



$$R_p = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

Cadeias de Markov é um **processo probabilístico** que apresenta a propriedade markoviana em que os **estados anteriores são irrelevantes para a predição dos estados seguintes**, para isso, o estado atual deve necessariamente ser conhecido.



A análise de sensibilidade é uma técnica utilizada para **determinar os fatores** que possuem **maior relevância** sobre as medidas ou saídas de um modelo.

Técnicas:

- Análise Diferencial;
- Análise de Correlação;
- Análise de Regressão;
- Análise de Perturbação;
- Design Experimental Fatorial.

Termos importantes em DoE:

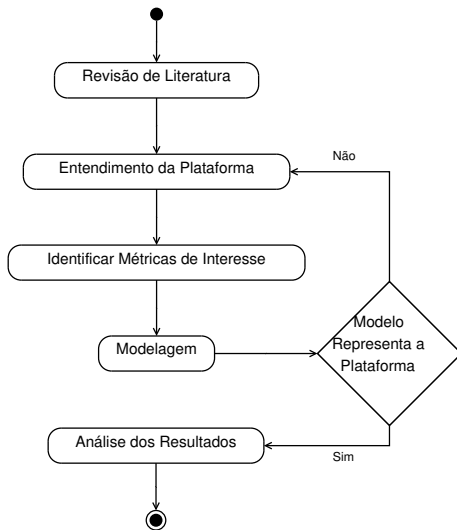
- Variável resposta;
- Fatores;
- Níveis.

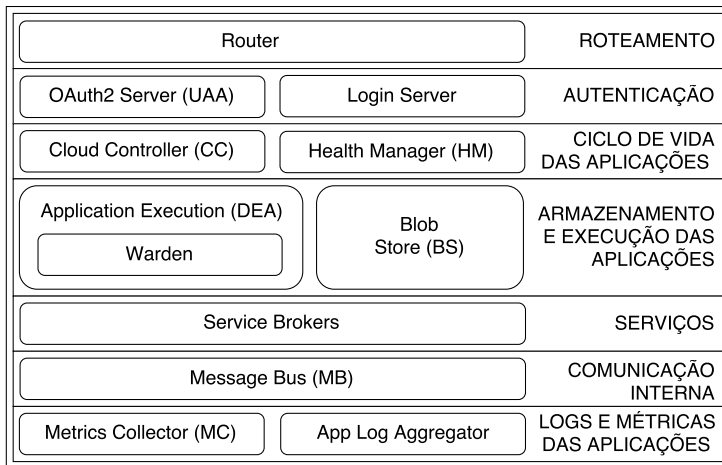
Fatorial Completo:

$$num = \prod_{i=1}^k (n_i)$$

onde k é o número de fatores, com o i -ésimo fator tendo n_i níveis.

Metodologia

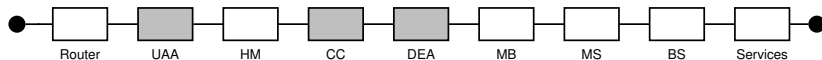




Componente	Dependências
Router	–
UAA	JVM, Tomcat e SGBD
CC	Nginx, IR e SGBD
HM	–
DEA	IR e Warden
Message Bus	–
Metrics Collector	IR

Modelos Propostos

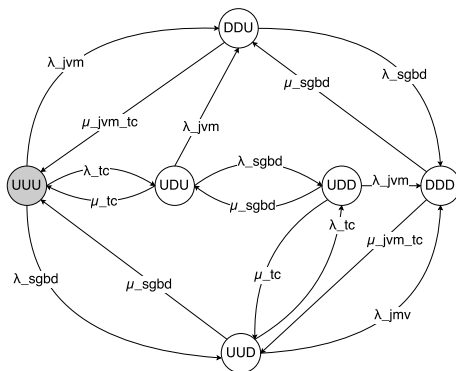
Modelo para o Cenário 1 (baseline)



$$D_{Cenario_1} = D_{Router} \times D_{UAA} \times D_{HM} \times D_{CC} \times \\ D_{DEA} \times D_{MB} \times D_{MC} \times D_{BS} \times D_{Services}$$

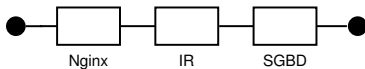
Modelos Propostos

Modelo de Disponibilidade do UAA



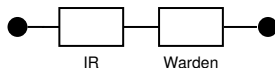
$$D_{UAA} = \frac{\mu_{SGBD} \times \mu_{JVM-TC} \times (\lambda_{JVM} \times \mu_{TC})}{(\lambda_{SGBD} + \mu_{SGBD}) \times (\lambda_{JVM} + \mu_{JVM-TC}) \times (\lambda_{JVM} + \lambda_{TC} + \mu_{TC})}$$

Modelo de Disponibilidade do CC



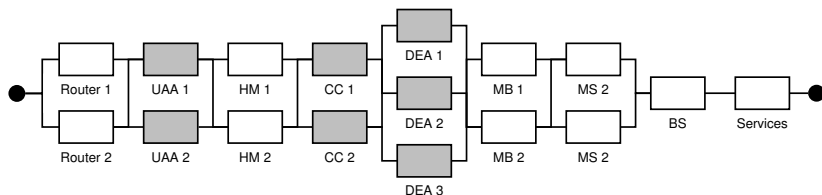
$$D_{CC} = D_{Nginx} \times D_{IR} \times D_{SGBD}$$

Modelo de Disponibilidade do DEA



$$D_{DEA} = D_{IR} \times D_{Warden}$$

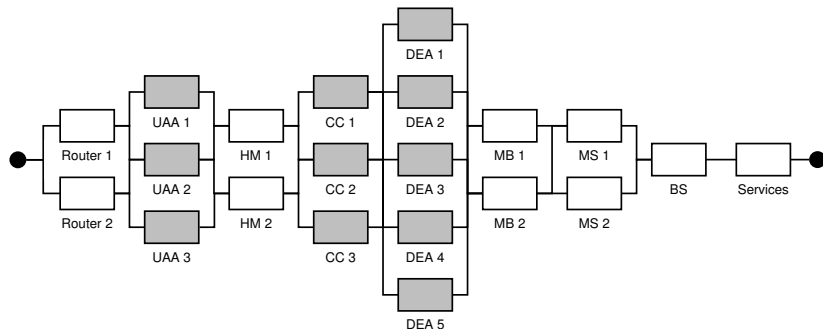
Modelo para o Cenário 2



$$\begin{aligned} D_{Cenario_2} = & (1 - (1 - D_{Router})^2) \times (1 - (1 - D_{UAA})^2) \times \\ & (1 - (1 - D_{HM})^2) \times (1 - (1 - D_{CC})^2) \times (1 - (1 - D_{DEA})^3) \times \\ & (1 - (1 - D_{MB})^2) \times (1 - (1 - D_{MC})^2) \times D_{BS} \times D_{Services} \end{aligned}$$

Modelos Propostos

Modelo para o Cenário 3



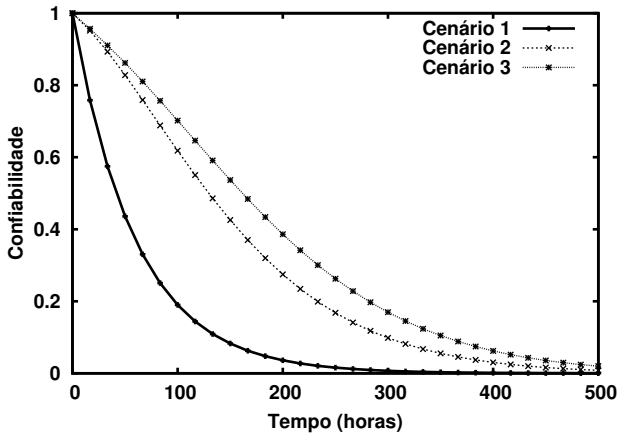
$$D_{Cenario_3} = (1 - (1 - D_{Router})^2) \times (1 - (1 - D_{UAA})^3) \times \\ (1 - (1 - D_{HM})^2) \times (1 - (1 - D_{CC})^3) \times (1 - (1 - D_{DEA})^5) \times \\ (1 - (1 - D_{MB})^2) \times (1 - (1 - D_{MC})^2) \times D_{BS} \times D_{Services}$$

Resultados

Disponibilidade dos Componentes de Cloud Foundry

Componente	Disponibilidade (%)
Router	99,87332
UAA	99,67830
HM	99,87332
CC	99,67758
DEA	99,74680
Message Bus	99,87332
Metrics Collector	99,87332
Blob Store	99,87332
Services	99,87332

Confiabilidade dos Cenários



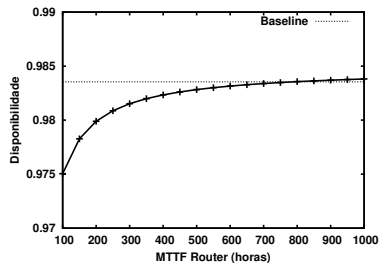
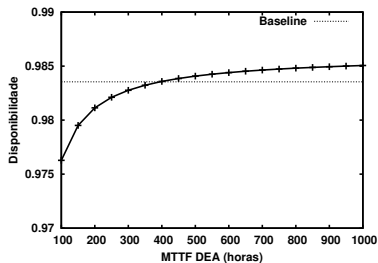
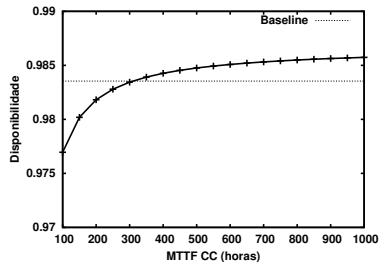
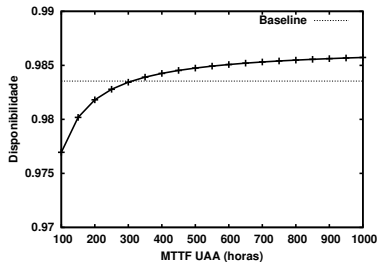
Disponibilidade dos Cenários

Métricas	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Disponibilidade (%)	98,35446	99,74409	99,74616
Disponibilidade (N de 9's)	1,7836905	2,5919169	2,5954341
<i>Uptime</i> Anual (horas)	8615,7547	8737,5676	8737,7486
<i>Downtime</i> Anual (horas)	144,2553	22,4324	22,2514

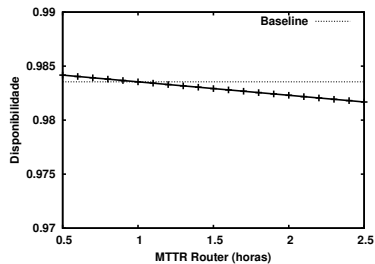
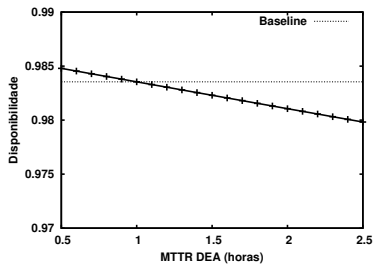
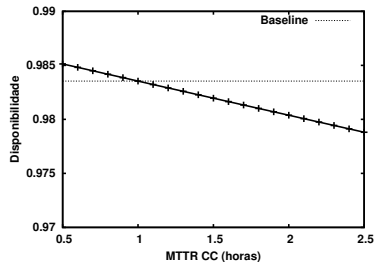
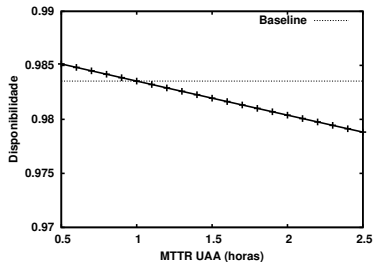
Variação Paramétrica

Parâmetro	Valor (horas)
$MTTF_{Router}$	788,4
$MTTR_{Router}$	1,0
$MTTF_{DEA}$	393,944707812
$MTTR_{DEA}$	1,0
$MTTF_{UAA}$	309,848616791
$MTTR_{UAA}$	1,0
$MTTF_{CC}$	309,1544569
$MTTR_{CC}$	1,0

Resultados



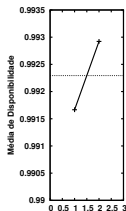
Resultados



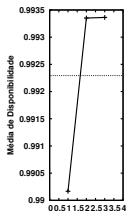
Análise de Sensibilidade DoE

Fator	Níveis	Valores
Router	2	1, 2
UAA	3	1, 2, 3
HM	2	1, 2
CC	3	1, 2, 3
DEA	5	1, 2, 3, 4, 5
MB	2	1, 2
MC	2	1, 2

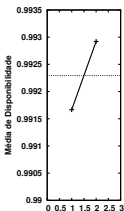
Resultados



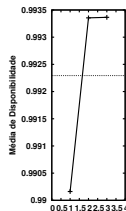
(a) Router



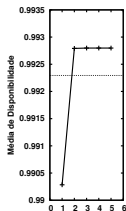
(b) UAA



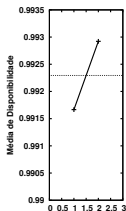
(c) HM



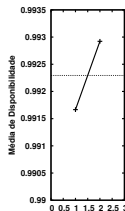
(d) CC



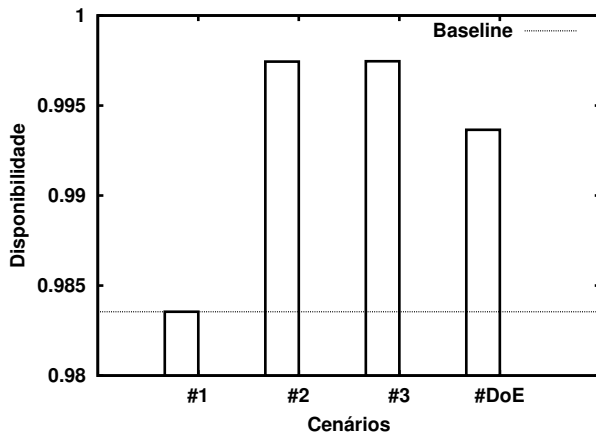
(e) DEA



(f) MB



(g) MC



Resultados

Número de Nós Redundantes	UAA	CC	DEA	Disponibilidade (%)
0	0	0	0	98,35445
1	0	1	0	98,67156
2	1	1	0	98,98899
3	1	1	1	99,23963

Considerações Finais

- Os Cenários 2 e 3 tiveram resultados semelhantes nas análises de confiabilidade e disponibilidade;
- A variação paramétrica nos valores de MTTR influenciam de forma mais efetiva na disponibilidade dos componentes;
- Os componentes *Services* e *Blob Store* são os que mais prejudicam a disponibilidade da plataforma;
- Os componentes de maior sensibilidade a adição de nós redundantes são: DEA, UAA e CC.
- Uma implantação com mais de dois nós por componentes é pouco eficiente.

Trabalhos Futuros

- Estudos de caso com outras PaaS e considerando novos atributos de dependabilidade;
- Estudos considerando a IaaS.

Obrigado!