

UM MÉTODO PARA AUXILIAR À TOMADA DE DECISÃO EM INFRAESTRUTURAS DE NUVENS PRIVADAS: UMA ABORDAGEM BASEADA EM MODELOS DE DEPENDABILIDADE E CUSTO

Julian Araújo [cjma@cin](mailto:cjma@cin.ufpe.br)
Paulo Maciel [prmm@cin](mailto:prmm@cin.ufpe.br)

MOTIVAÇÃO

- Crescente números de serviços na nuvem (IDC, 2015);
- Serviços em nuvem (Gartner, 2016)
 - SaaS, PaaS e IaaS juntos movimentaram 51,4 bilhões de dólares;

MOTIVAÇÃO

- Para 2016, há uma previsão de crescimento de 25,9%
 - ~64,7 bilhões de dólares;
- Empresas como Amazon, Microsoft, Google, IBM, Salesforce, dropbox etc.

OBJETIVO GERAL

Este trabalho propõe uma abordagem baseada em modelos de dependabilidade, estimadores de custos e análise multi-critério para auxiliar organizações na tomada de decisão por uma infraestrutura como serviço em nuvem privada.

METODOLOGIA

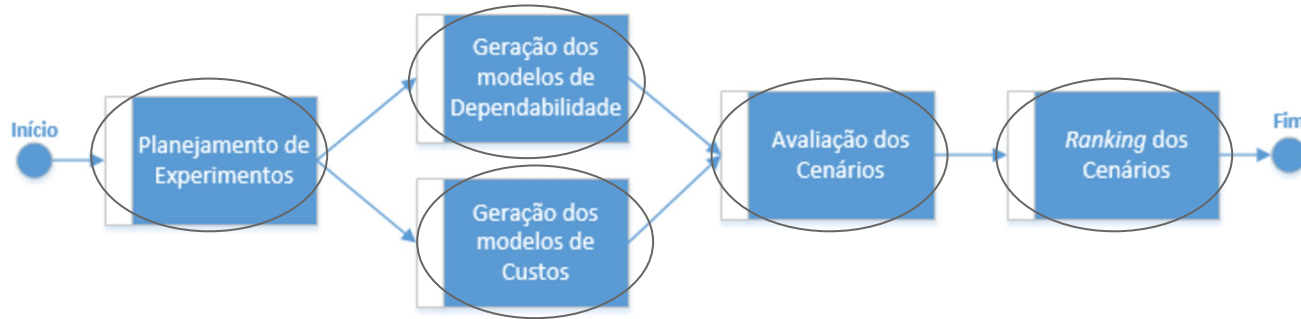


Figura 1. Visão geral da metodologia.

MODELOS

Exemplo

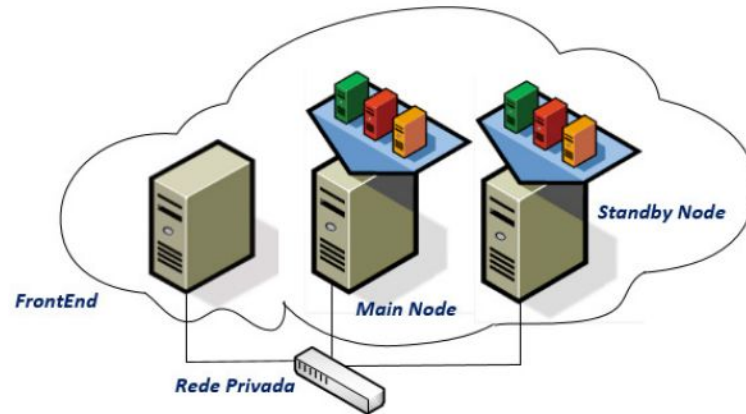


Figura 2. Arquitetura da infraestrutura como serviço em nuvem.

MODELOS

Modelos de dependabilidade (RBD)

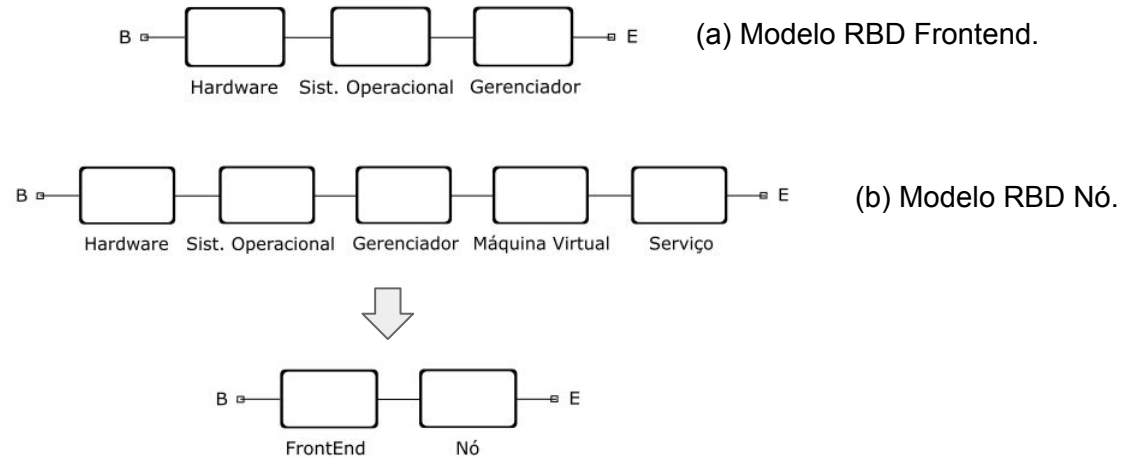
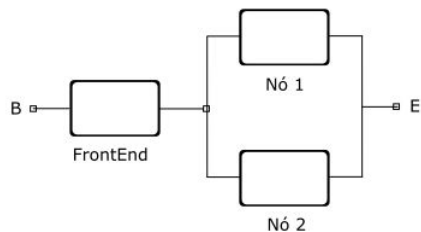
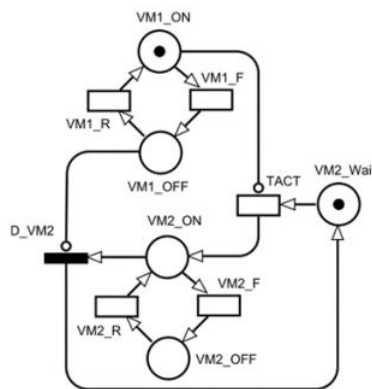


Figura 4. Composição dos modelos Frontend e Nó.

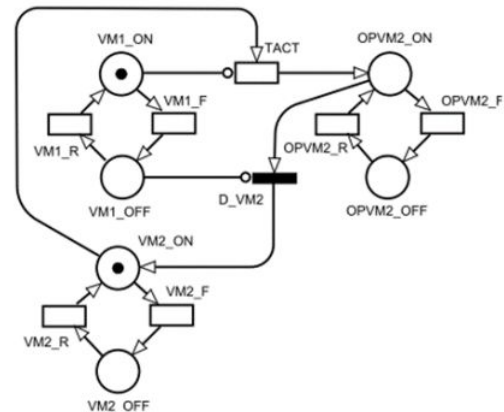
MODELOS



(a) Modelo RBD *Hotstandby* no Nó.



(b) Redundância *coldstandby* na VM.



(c) Redundância *warmstandby* na VM.

Figura 5. Modelos de redundância.

MODELOS

Modelo de decisão

	Obj1	Obj2
IaaS ₁	Cen ₁₁	Cen ₁₂
IaaS ₂	Cen ₂₁	Cen ₂₂
⋮	⋮	⋮
IaaS _n	Cen _{n1}	Cen _{n2}

(a) Matriz de resultados.

$$IaaS_i, i = \{1, 2, \dots, i\}, \text{ Conjunto de IaaS}; \quad (5.13)$$

$$\text{minimizar } f_m(x), m = \{1, 2\}; \quad (5.14)$$

$$f_1 = \text{minimizar o custo total da IaaS.} \quad (5.15)$$

$$f_2 = \text{minimizar a indisponibilidade da IaaS.}$$

$$IaaS_i > 0, \text{ Conjunto de IaaS.} \quad (5.16)$$

(b) Função objetivo.

Figura 6. Modelo de Decisão.

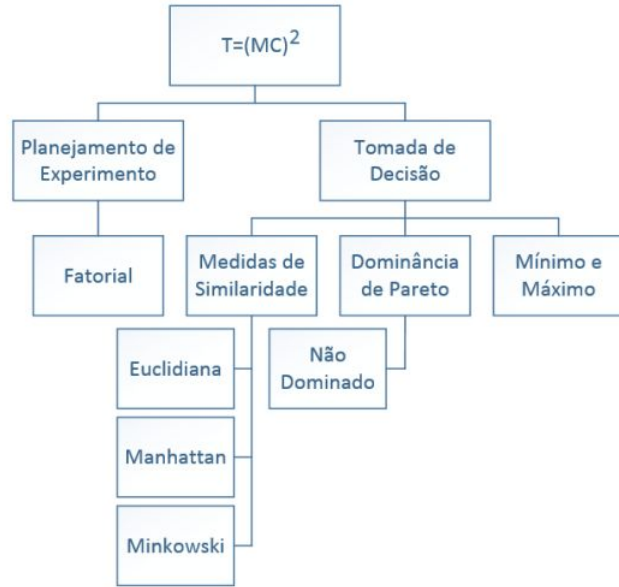
MODELOS

Algoritmo 1: Ordena cenários através de medidas de similaridade.

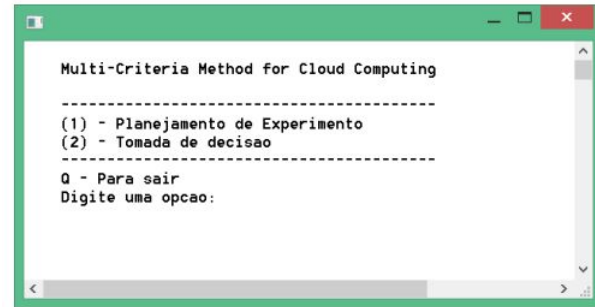
```
1: Variáveis de Entrada:  
2:  $n$  //número de cenários  
3:  $q_1, q_2$  //pesos para ponderação  
4:  $p$  //p de Minkowski  
5:  $matriz\_E\{x_1y_1, \dots, x_ny_n\}$   
6: Variável de Saída:  
7:  $matriz\_S = \{w_1z_1, \dots, w_nz_n\}$   
8: Funções Auxiliares:  
9:  $CalculaDistancia(ponto\_a, ponto\_b, q_1, q_2, p)$  //Calcula a distância  
10: //Euclidiana, Manhattan ou Minkowski entre dois pontos  
11:  $Normalize(matriz\_E)$  //função que normaliza a matriz de entrada  
12:  $Ordene(matriz\_S)$  //função ordena a coluna  $w$  da  
13: //matriz de saída em ordem crescente  
14:  $EncontraPivot(matriz\_E)$  //função que encontra o ponto da matriz  
15: //com a menor distancia em relação a origem dos eixos  
16:  
17: Início:  
18:  $matriz\_E \leftarrow Normalize(matriz\_E)$   
19:  $pivot \leftarrow EncontraPivot(matriz\_E)$   
20: Para  $i$  De 1 Até  $n$  Faça:  
21:  $matriz\_S[i][1] \leftarrow CalculaDistancia(matriz\_E[x_i][y_i], pivot, q_1, q_2, p)$   
22:  $matriz\_S[i][2] \leftarrow i$   
23: Fim  
24:  $matriz\_S \leftarrow Ordene(matriz\_S)$   
25: Fim
```

Figura 7. Algoritmo para ranking das soluções..

FERRAMENTA



(a) Funcionalidades.



(b) Tela inicial da ferramenta.

Figura 12. Ferramenta proposta.

ESTUDO DE CASO

Tabela 4.1: Fatores e Níveis do Planejamento de Experimento.

Variáveis	Níveis			
Número de Nós	1	2		
Número de VMs	1	2	3	
Tipos de Serviço	Ouro	Prata	Bronze	
Mecanismo de Redundância	N/R	Hot	Cold	Warm

Tabela 7.6: Plano de Experimentos das IaaS.

IaaS	Nó	VM	RS	RT	IaaS	Nó	VM	RS	RT
1	1	1	Ouro	N/R	37*	2	2	Ouro	N/R
2*	1	1	Ouro	Hot	38	2	2	Ouro	Hot
3*	1	1	Ouro	Cold	39	2	2	Ouro	Cold
4*	1	1	Ouro	Warm	40	2	2	Ouro	Warm
5	1	1	Prata	N/R	41*	2	2	Prata	N/R
6*	1	1	Prata	Hot	42	2	2	Prata	Hot
7*	1	1	Prata	Cold	43	2	2	Prata	Cold
8*	1	1	Prata	Warm	44	2	2	Prata	Warm
9	1	1	Bronze	N/R	45*	2	2	Bronze	N/R
10*	1	1	Bronze	Hot	46	2	2	Bronze	Hot
11*	1	1	Bronze	Cold	47	2	2	Bronze	Cold
12*	1	1	Bronze	Warm	48	2	2	Bronze	Warm
13*	1	2	Ouro	N/R	49*	3	1	Ouro	N/R
14	1	2	Ouro	Hot	50	3	1	Ouro	Hot
15	1	2	Ouro	Cold	51*	3	1	Ouro	Cold
16	1	2	Ouro	Warm	52*	3	1	Ouro	Warm
17*	1	2	Prata	N/R	53*	3	1	Prata	N/R
18	1	2	Prata	Hot	54	3	1	Prata	Hot

RESULTADOS

Tabela 7.21: Resultados de dependabilidade das IaaS.

IaaS	Disponibilidade (%)	Confiabilidade (%)	Indisp. (Min)
1	99,5509574705	89,4469247967	196,68062793
5	99,5048180576	89,4469247967	216,88969077
9	99,4587108348	89,4469247967	237,08465436
14	99,5706543903	90,2149434700	188,05337705
15	99,5616066096	90,4897545045	192,01630500
16	99,5650001940	90,4925359715	190,52991502
18	99,5280378157	90,2149434700	206,71943671
19	99,5194114138	90,4897545045	210,49780078
20	99,5233822554	90,4925359715	208,75857214
22	99,4854486046	90,2149434700	225,37351118
23	99,4774397512	90,4897545045	228,88138896
24	99,4818832542	90,4925359715	226,93513466
26	99,7846109835	94,7970536818	94,34038921
27	99,7201853569	94,8881075626	122,55881369
28	99,7486208259	94,7885068480	110,10407827
30	99,7638083387	94,7970536818	103,45194767
31	99,6976733870	94,8881075626	132,41905652
32	99,7272945753	94,7885068480	119,44497603

RESULTADOS

- **Caso I** (Minimizar Custo e Indisponibilidade)
- Caso II (Maximizar Confiabilidade e Minimizar Custo)
- Caso III (Minimizar Custo e Maximizar Disponibilidade)
- Caso IV (Maximizar Disponibilidade e Confiabilidade)
- Caso V (Intervalo Mínimo e Máximo)

RESULTADO

Caso I

Tabela 7.24: Ranking das IaaS (minimizar custo e indisponibilidade).

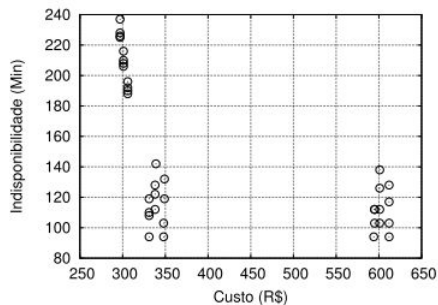
Ranking	IaaS	Ranking	IaaS
1	38	19	19
2	40	20	5
3	28	21	22
4	26	22	24
5	30	23	23
6	34	24	50
7	39	25	54
8	27	26	70
9	32	27	58
10	36	28	66
11	31	29	46
12	35	30	48
13	14	31	62
14	16	32	9
15	15	33	42
16	1	34	44
17	18	35	47
18	20	36	43

Tabela 7.25: Comparação dos parâmetros das IaaS .

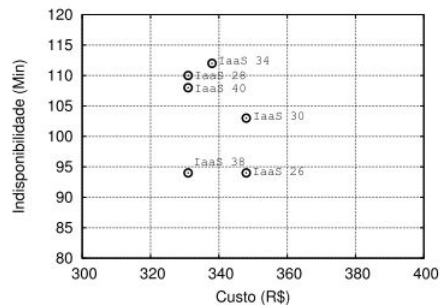
Ranking	IaaS	Nó	VM	RS	RT
1	38	2	2	Ouro	<i>Hot</i>
2	40	2	2	Ouro	<i>Warm</i>
3	28	2	1	Ouro	<i>Warm</i>
...
36	43	2	2	Prata	<i>Cold</i>

RESULTADO

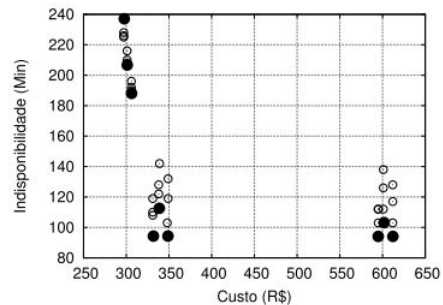
Caso (I)



(a) Visão Geral das 36 IaaS.



(b) Ranking das IaaS (Euclidiana).



(c) Conjunto das IaaS (Pareto).

Figura 7.23: Conjunto das IaaS com menor custo e indisponibilidade.

CONCLUSÃO

1. **Planejamento de experimentos** ajuda na descrição dos fatores e níveis e no desenvolvimento do plano de cenários a serem analisados;
2. **Modelos de Dependabilidade** são úteis para analisar ambiente na nuvem;
3. **Modelos Multicritério** podem auxiliar usuários no processo de tomada de decisão.