

Análise de Sensibilidade e Métricas de Disponibilidade e Desempenho Aplicadas em Serviços de *Streaming* de Vídeo usando Infraestrutura de Nuvem

Rosangela Maria de Melo
rmm3@cin.ufpe.br

Orientador: Dr. Paulo Romero Martins Maciel

Agenda



- Introdução
- Objetivos
- Metodologia
- Estudos de casos
- Resultados Parciais
- Próximos Passos

Introdução

O entretenimento através da internet vem crescendo bastante.



YouTube



NETFLIX



Um grande facilitador para o provimento desses tipos de serviços é a **computação em nuvem**.

Fonte: PWC (2014); HWANG et al. (2013); YOUTUBE (2014a); NETFLIX (2014a).

Introdução



Objetivo Geral

- É a proposição de uma solução integrada composta por uma metodologia que associa métodos, modelagem heterogênea e estratégias de análise de sensibilidade no domínio dos sistemas computacionais aplicados para os serviços de *streaming* de vídeo.



Objetivos Específicos

- Propor um conjunto de modelos de disponibilidade para representar o serviço de *Streaming* de Vídeo;
- Propor um conjunto de modelos de desempenho para representar o serviço de *Streaming* de Vídeo ;
- Propor os modelos de redundância para representar o Serviço de *Streaming* de Vídeo;
- Realizar a Validação dos Modelos;
- Aplicar e Adaptar as estratégias de análises de sensibilidade;
- Estabelecer o ranking de sensibilidades para cada estratégia;
- Propor uma metodologia para aplicação das estratégias de análise de sensibilidade numa arquitetura de nuvem privada para o Serviço de *Streaming* Vídeo.

Metodologia

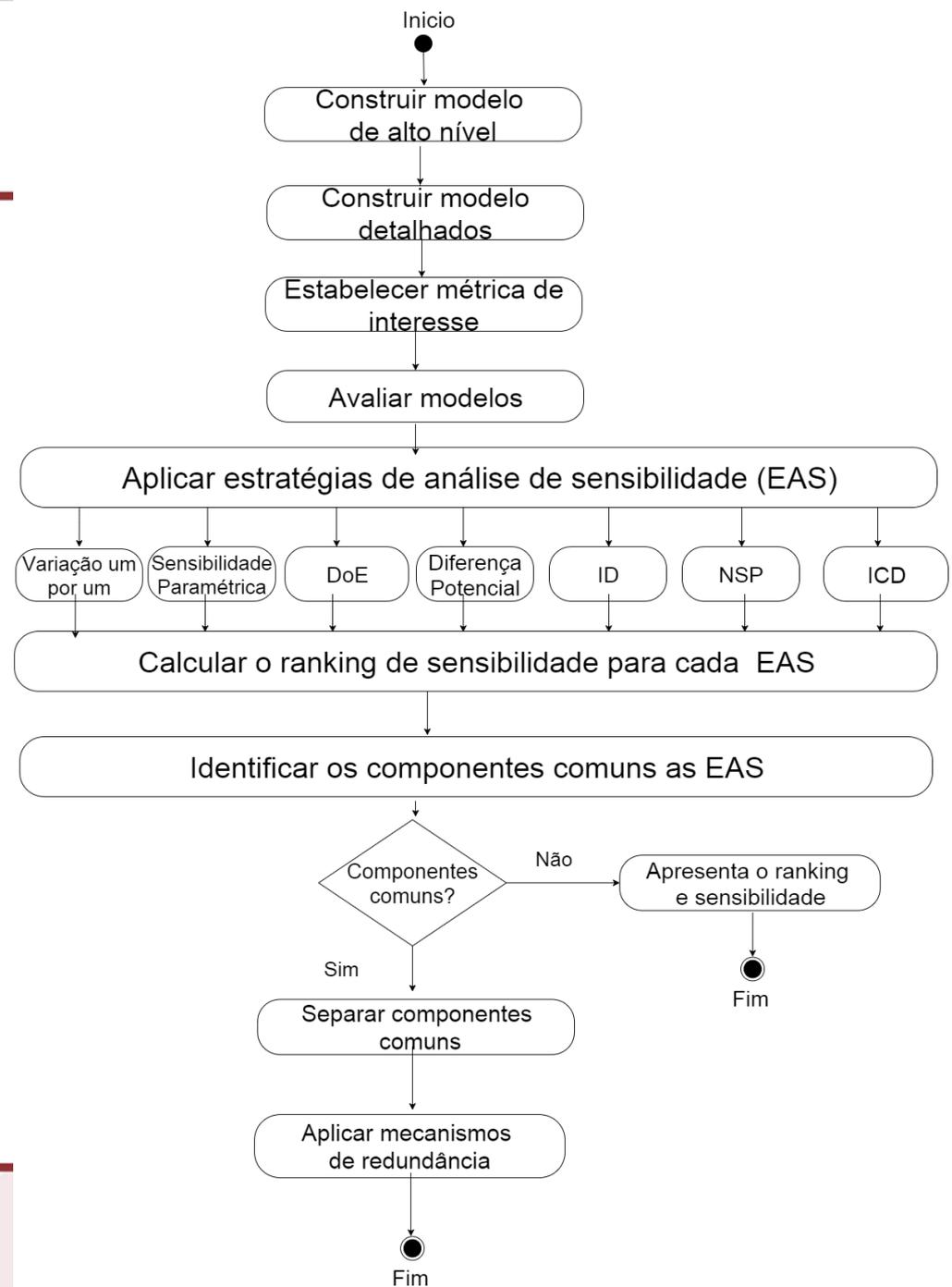


Figura 4: Metodologia para aplicar as estratégias de análises de sensibilidade no domínio dos sistemas computacionais



Estratégia: Nova Sensibilidade Paramétrica – NSP

- Sensibilidade Paramétrica:

$$S_{\theta}(Y) = \frac{\partial Y}{\partial \theta}$$

$$Y = \frac{\mu}{\mu + \lambda}$$

- Nova Sensibilidade Paramétrica - NSP:

$$EAS_{\theta_i}(A) = \frac{\left(\frac{\partial^N A}{\partial \theta_1} + \frac{\partial^N A}{\partial \theta_2} + \frac{\partial^N A}{\partial \theta_3} + \dots + \frac{\partial^N A}{\partial \theta_n} \right)}{n}$$

Estratégia: Importância Crítica para a Disponibilidade – ICD

- Caminho Operacional:

$$\frac{I_{cs}(i; p) = pi(A(1_i, p) - A(0_i, p))}{A(p)}$$

- Caminho Falho:

$$\frac{I_{cf}(i; p) = qi(A(1_i, p) - A(0_i, p))}{1 - A(p)}$$

Modelos para representação de mecanismos de Redundância

- Ativo - Ativo:
- *Cold Standby*;
- *Warm Standby*

Modelos para representação de mecanismos de Redundância

- Ativo - Ativo:

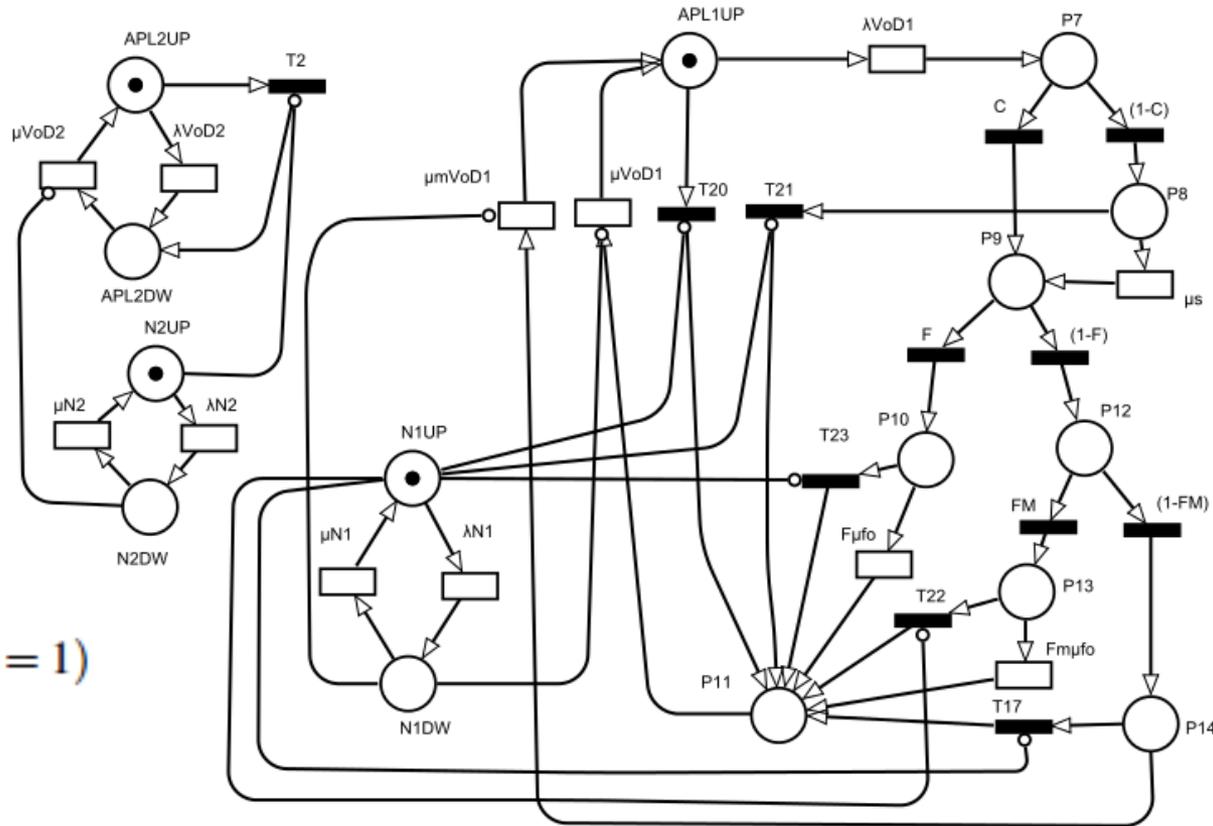


Figura 5: Modelo ativo-ativo

Equação da disponibilidade

$$A = P(APL2UP = 1) \text{ OR } (APL1UP = 1)$$

Equação de Capacidade:

$$COA: = \frac{P(\#APL2UP=1) \text{ AND } (\#APL1UP=1) \times 2 + (\#APL2UP=0) \text{ OR } (\#APL1UP=0)}{2}$$

Metodologia

Modelos para representação de mecanismos de Redundância

- *Cold Standby:*

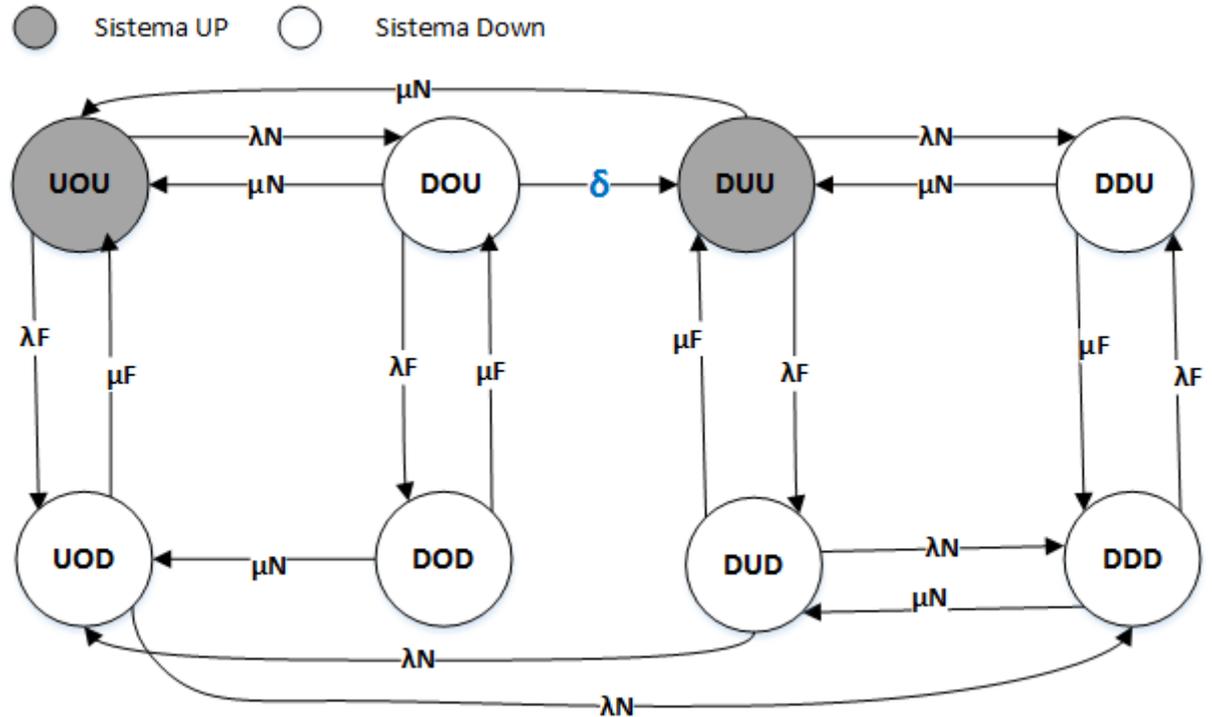


Tabela 11: Descrição dos Estados

Descrição dos Estados	Status
1ª letra Nó principal	UP, Down
2ª letra Nó secundário	UP, Down ou offline
3ª letra a máquina administradora	Down, UP

Figura 7: Modelo Cold Standby

Equação da disponibilidade

$$A = P(UOU) + P(DUU)$$

Metodologia

Modelos para representação de mecanismos de Redundância

- *Warm Standby*:

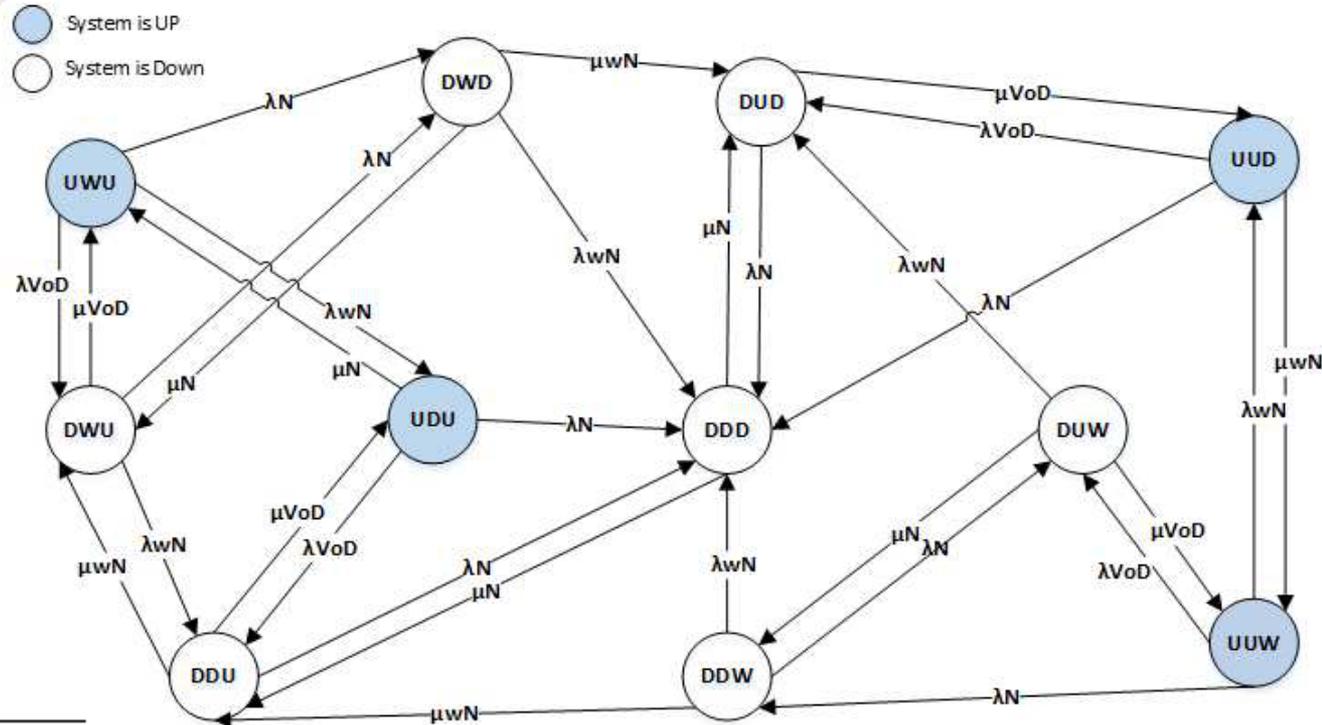


Figura 9: Modelo *warm standby*

Equação da disponibilidade

$$P = P(UWU) + P(UDU) + P(UUW) + P(UUD)$$

Tabela 12: Descrição dos estados

Descrição dos Estados	Status
1ª letra Serviço	UP, Down
2ª letra Nó 1	UP, Down ou Warm
2ª letra Nó 2	UP, Down ou Warm

- **Estudo de Caso 1**

Abordaremos uma arquitetura Básica composta de uma máquina *Frontend* (administrador dos recursos) e uma máquina para o *Nodes*.

- **Estudo de Caso 2**

Abordaremos uma arquitetura Redundante composta de uma máquina *Frontend* e 2 *Nodes*..

Estudo de Caso 1

Neste estudo de caso apresentaremos uma arquitetura composta por duas máquinas sendo uma o *Frontend* (Administrador) , um *Node* e um dispositivo de armazenamento, chamado Volume. O objetivo deste estudo de caso é avaliar a disponibilidade . do sistema e aplicar as EAS com o objetivo de encontrar os componentes críticos e a partir dai propor ações de melhorias para a arquitetura do sistema com o ênfase na disponibilidade.

Estudo de Caso 1

Arquitetura Básica

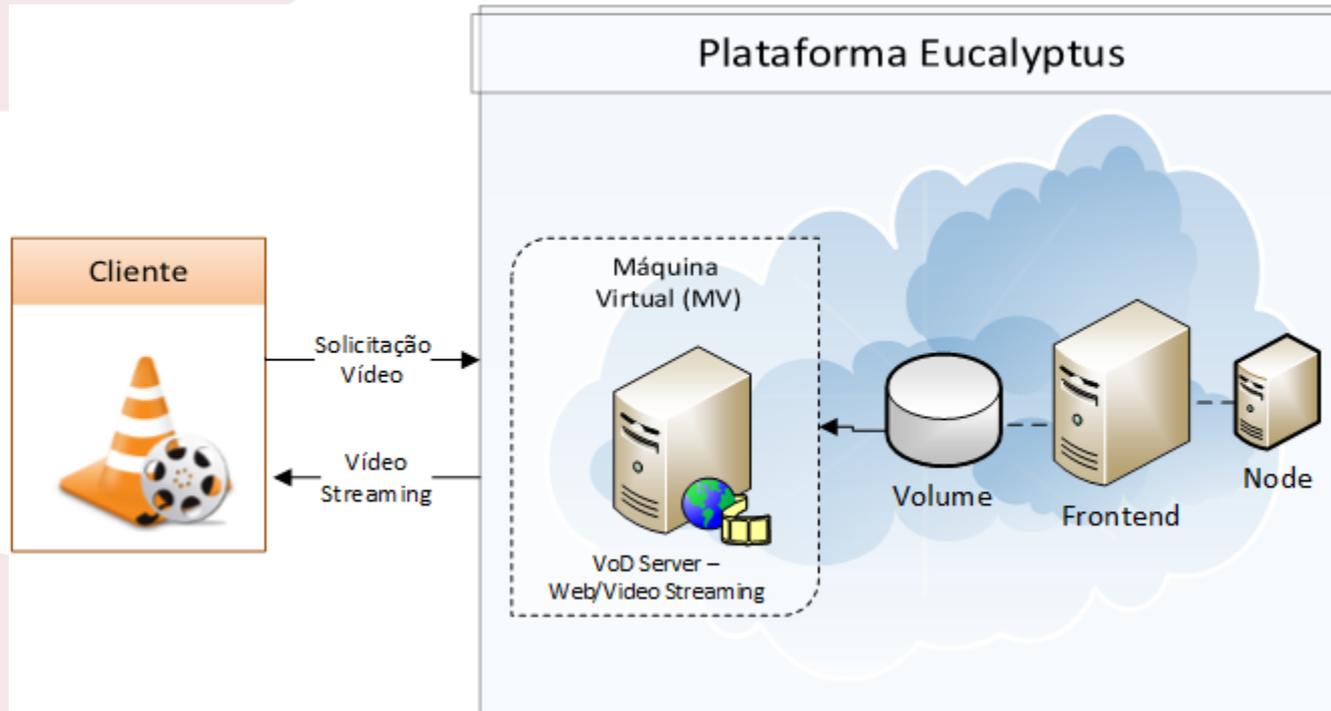


Figura 11: Arquitetura básica para o Serviço de VoD Streaming .

Estudo de Caso 1

Modelos

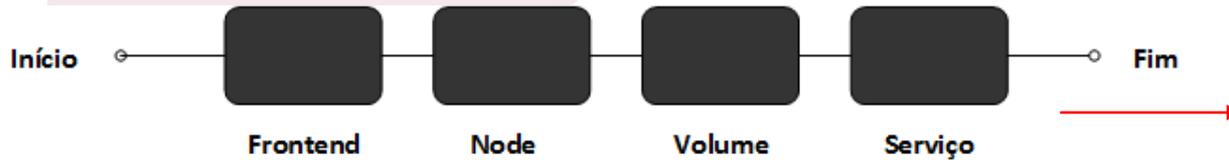


Figura 12: Modelo RBD para o arquitetura Básica

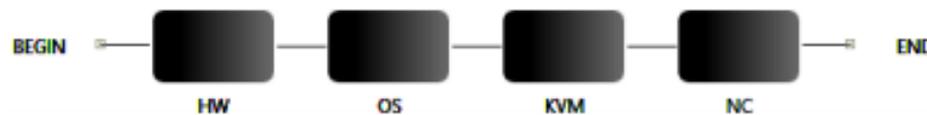


Figura 13: Modelo RBD para o Node

Figura 14: Modelo RBD para o Frontend



$$A = Af \times An \times Av \times As$$

Estudo de Caso 1

Validação do Modelo

Tabela 13: Validação do Modelo

Intervalo de Confiança (95%)

ρ	ρ_L	2.3792
	ρ_U	3.3625
A	A_L	0.2292
	A_U	0.2959

Disponibilidade encontrada: 0.2921

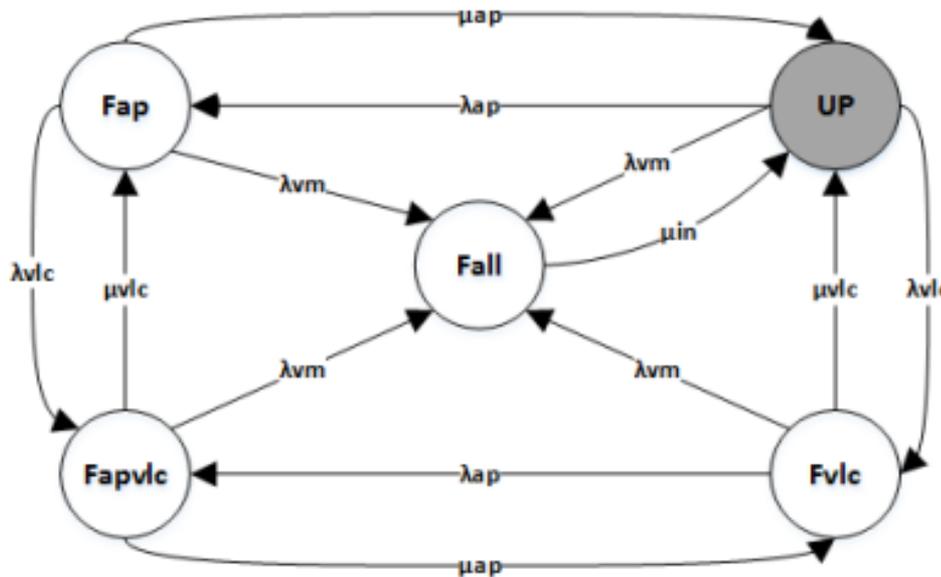


Figura 15: Modelo CTMC do Serviço

Fonte: KEESEE (1965); EYLALI et al. (2003); EYLALI; GHASSEM MIREMADI (2004).

Estudo de Caso 1

Definição dos Parâmetros de Entrada

- Modelo RBD

- Modelo CTMC do módulo Serviço

Tabela 14: Parâmetros de entrada para o Modelos RBD de alto nível

Componente	MTTF	MTTR
Frontend	180.72 h	0.96999 h
Node	481.83 h	0.91000 h
Volume	100000 h	1 h
Serviço	217.77 h	0.92633 h

Tabela 16:: Parâmetros de entrada para o Modelo CTMC

Parâmetro	Descrição	Valor (h)
$1/\lambda_{ap}$	tempo médio de falha do apache	788.4
$1/\lambda_{vlc}$	tempo médio de falha do vlc	336
$1/\lambda_{vm}$	tempo médio de falha da vm	2880
$1/\mu_{ap}$	tempo médio de reparo do apache	1
$1/\mu_{vlc}$	tempo médio de reparo do vlc	1
$1/\mu_{in}$	tempo médio para instanciar uma nova vm	0.019166

Tabela 15: Parâmetros de entrada para os Modelos RBD detalhados

Módulo	Componente	MTTF	MTTR
Frontend	HW	8760 h	100 min
	SO	2895 h	1 h
	CLC	788.4 h	1 h
	CC	788.4 h	1 h
	SC	788.4 h	1 h
	Walrus	788.4 h	1 h
Node	KVM	2990 h	1 h
	NC	788.4 h	1 h
Volume	Volume	100000 h	1 h

Estudo de Caso 1

Resultados

Tabela 17:: Valores da Disponibilidade da Arquitetura Básica

Medidas	Arquitetura
Disponibilidade	0.988571
Número de 9's	1.9420
Downtime Anual	100.12 horas

Estudo de Caso 1

- Resultados : Ranking das EAS

Tabela 18: ranking de análise de sensibilidade- para EAS

Parâm.	Sens. Param	Parâm.	NSP	Parâm.	DOE	Parâm.	Dif. Percentual
λn	-1.88507E-03	μn	0.0983860586	μf	-0.01057000	μf	-0.005669053387
λf	-1.58663E-05	μf	0.0058612352	λn	0.00816300	λf	0.005118431106
μf	1.58663E-05	λf	0.0053318032	μin	-0.00767700	$\lambda vl c$	0.002738775907
$\lambda vl c$	-8.81574E-06	$\lambda vl c$	0.0029641886	λvol	-0.00757900	μn	-0.002257945624
$\mu vl c$	8.81268E-06	$\mu vl c$	0.0027546582	μn	-0.00562200	λn	0.001677700417
μn	5.59180E-06	λn	0.0018842055	λap	-0.00561600	$\mu vl c$	-0.001485110469
λap	-3.76349E-06	μap	0.0013916810	$\lambda vl c$	-0.00550700	λap	0.001038402989
μap	3.76218E-06	λap	0.0012659534	μvol	0.00478200	μap	-0.000633463560
μvol	2.97190E-08	μvol	0.0000112899	λvm	-0.00468500	μin	-0.000051192020
λvol	2.97190E-08	λvol	0.0000099999	$\mu vl c$	0.00431600	μvol	-0.000010001285
μin	1.97777E-08	λvm	0.0000051851	μap	0.00394500	λvm	0.000001774719
λvm	1.54095E-08	μin	0.0000001542	λf	0.00014100	λvol	0.000000907696

Estudo de Caso 1

- Resultados : Ranking das EAS

Tabela 19: ranking de análise de sensibilidade- para EAS

Parâm.	ID	Parâm.	ICD -Operacional	Parâm.	ICD -Falha
Frontend	1	Frontend	1	Volume	1
Serviço	0.9989432	Serviço	0.9977856900	Node	0.8389344
Node	0.9965397	Node	0.9930915450	Serviço	0.6352913
Volume	0.9946711	Volume	0.9837076200	Frontend	0.5390652

- Resultados

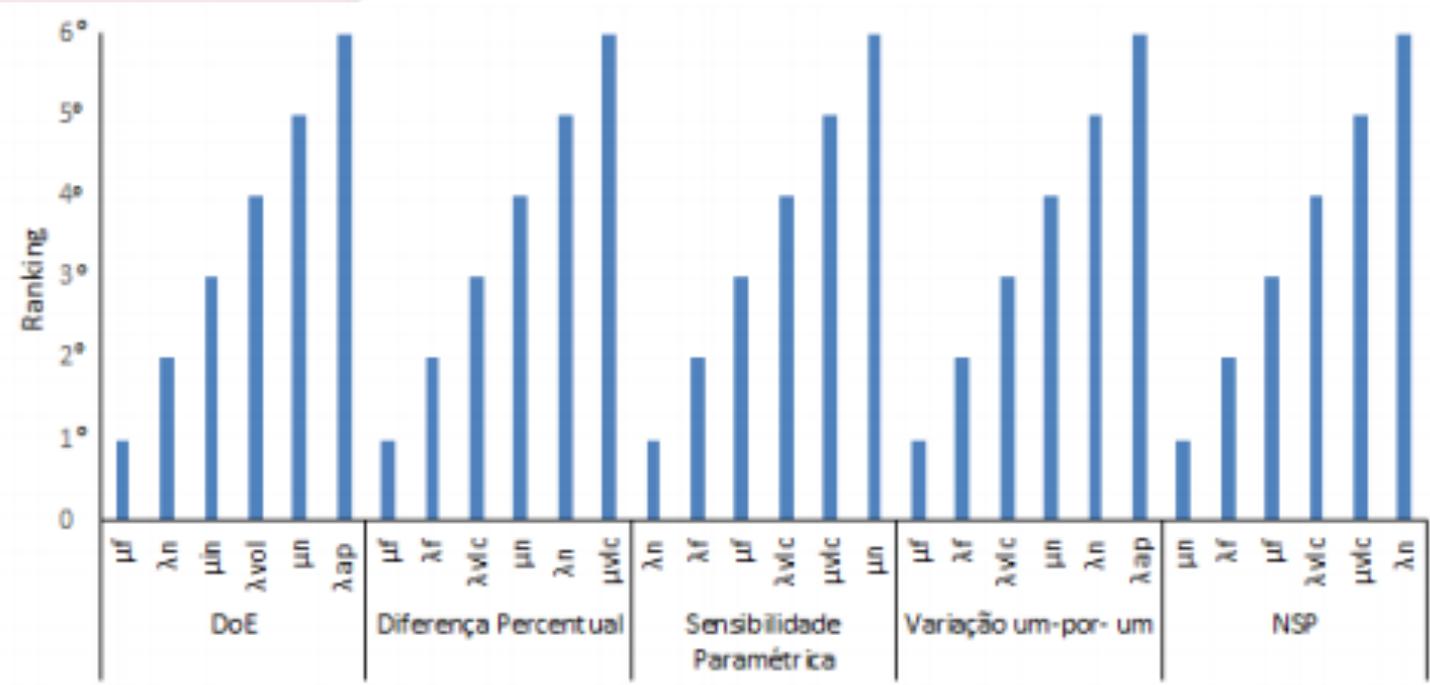


Figura 16: Ranking entre as estratégias de análise de sensibilidade para o VoD Básico

Estes parâmetros estão entre as 6 posições do ranking em pelo menos três dos cinco métodos: λn , λf , μf , μn .

Estudo de Caso 1

Resultados

Tabela 20: Parâmetros de entrada do Frontend e Node

Módulo	Componente	MTTF	MTTR
Frontend	HW	8760 h	100 min
	SO	2895 h	1 h
	CLC	788.4 h	1 h
	CC	788.4 h	1 h
	SC	788.4 h	1 h
	Walrus	788.4 h	1 h
Node	KVM	2990 h	1 h
	NC	788.4 h	1 h
	HW	8760 h	100 min
	SO	2895 h	1 h
	VM	2880 h	0.019166 h
	VLC	788.4 h	1 h
APACHE	336 h	1 h	
Volume	Volume	100000 h	1 h



$$A_s = A_{SSMARKOV} \times A_{VOLUME}$$

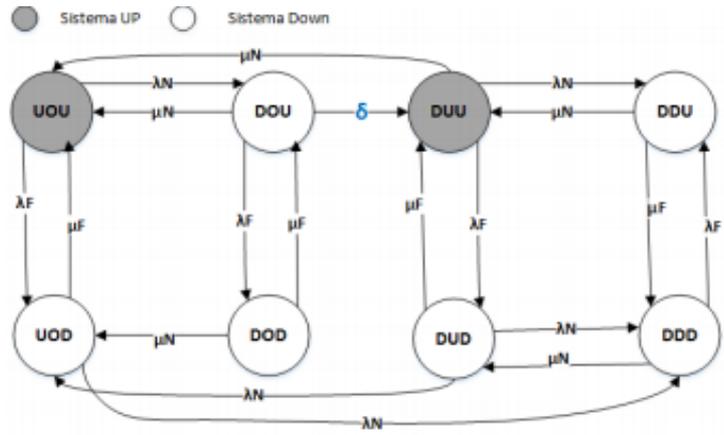


Tabela 21: Parâmetros de entrada do CTMC

Parâmetros	Descrição	Valores
λ_n	taxa de falha do node	1/150.0142
μ_n	taxa de reparo do node	1/0.9232
λ_f	taxa de falha do frontend	1/180.72
μ_f	taxa de reparo do frontend	1/0.96999
δ	taxa de ativação do node secundário	1/0.00833

$$A = P(UOU) + P(DUU)$$

Disponibilidade: 0.994559

• Resultados

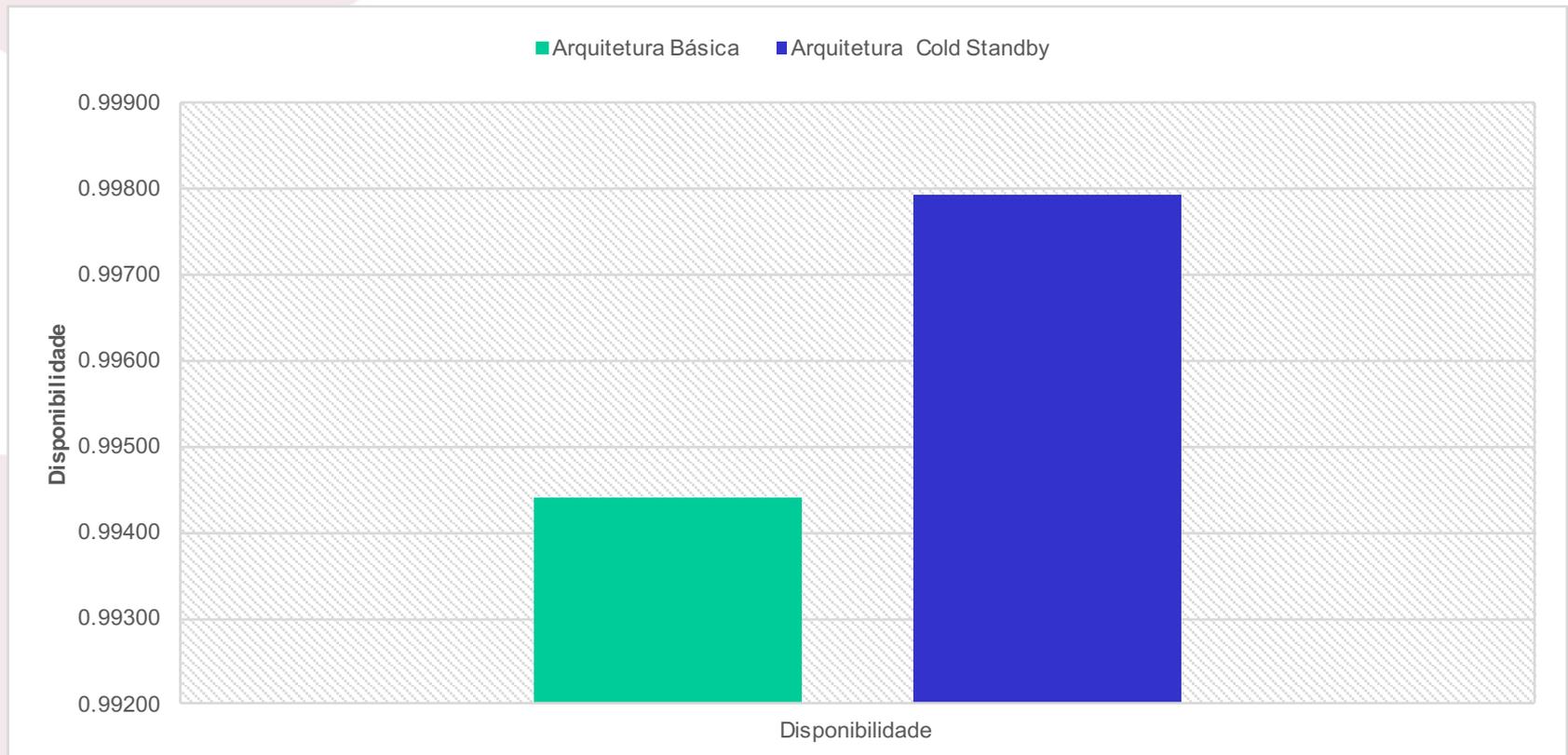


Figura 17: Disponibilidade para a Arquitetura Básica e Arquitetura com Mecanismos de Redundância Cold Standby

Estudo de Caso 1

• Resultados



Redução 82%

Figura 18: Downtime para a Arquitetura Básica e Arquitetura com Mecanismos de Redundância Cold Standby

Estudos de Caso



Estudo de Caso 2

Neste estudo de caso apresentaremos uma arquitetura com redundância com dois Nodes. O objetivo deste estudo de caso é avaliar essa arquitetura calculando disponibilidade do sistema e na sequência aplicar as EAS com o objetivo de encontrar os componentes críticos e a partir daí propor ações de melhorias para a disponibilidade do sistema..

Estudo de Caso 2

Arquitetura VoD Redundante

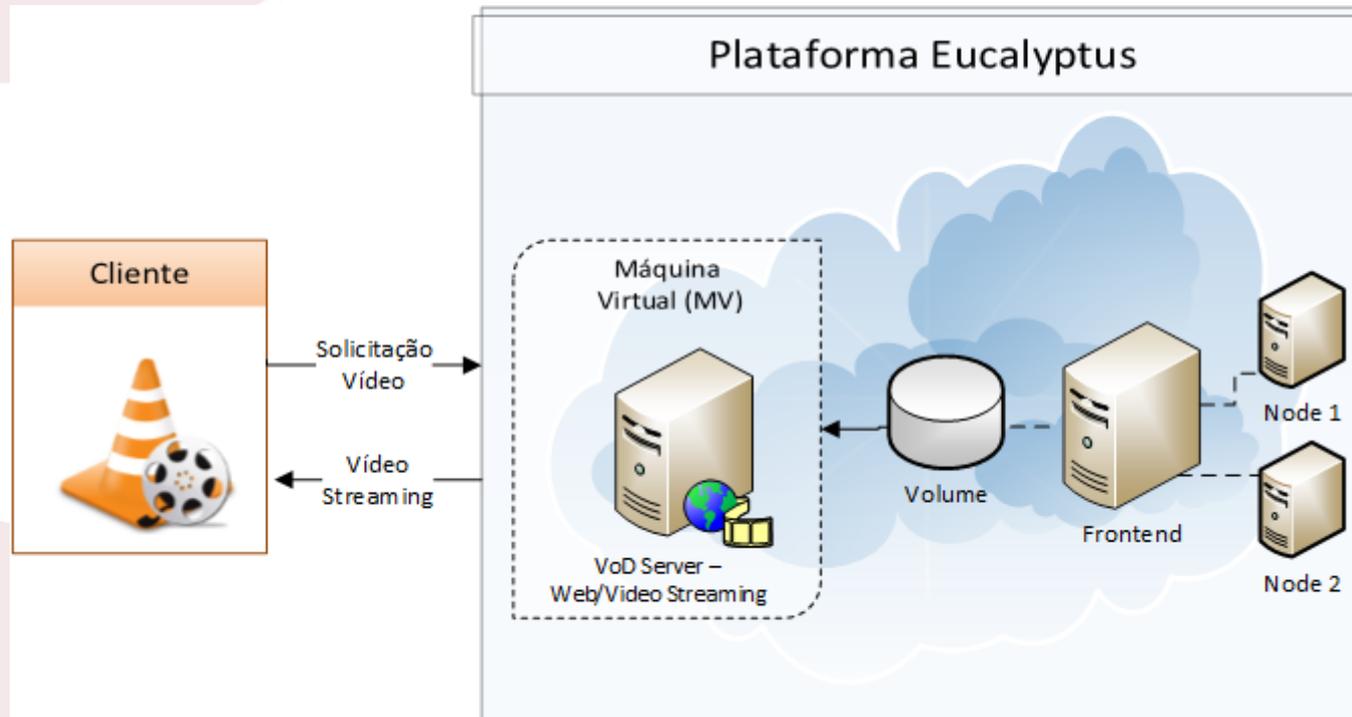


Figura 19: Arquitetura redundante do Serviço de VoD Streaming .

Estudos de Caso 2

Modelos

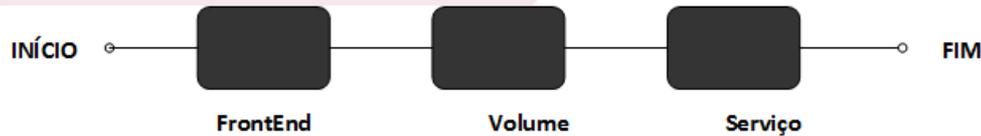


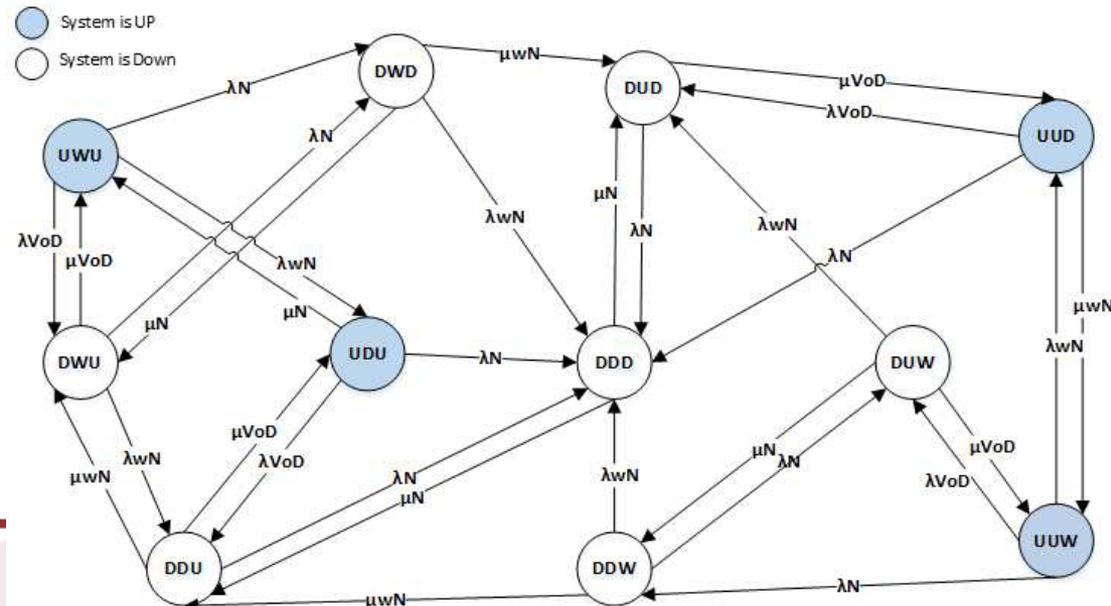
Figura 20: Modelo RBD para o arquitetura redundante



Figura 21: Modelo RBD para o Frontend

$$A_{Service_2} = A_f \times A_v \times A_{VoD}$$

Figura 22: Modelo CTMC do serviço redundante



Estudo de caso 2

Definição dos Parâmetros de Entrada

- Modelo RBD

- Modelo CTMC do Módulo Serviço

Tabela 22: Parâmetros de entrada para o Modelos RBD de alto nível

Componente	MTTF	MTTR
Frontend	180.72 h	0.96999 h
Volume	100000 h	1 h
Serviço	149.987435 h	0.37903 h

Tabela 24: Parâmetros de entrada para o Modelo CTMC

Parâmetros	Descrição	Valores (h^{-1})
$\lambda_{N1}=\lambda_{N2}=\lambda_N$	Tempo médio de falha do node	1/481.83
$\lambda_{wN1}=\lambda_{wN2}=\lambda_{wN}$	Tempo médio de falha do node em standby	1/578.196
$\mu_{N1}=\mu_{N2}=\mu_N$	Tempo médio de reparo do node	1/0.91
$\mu_{wN1}=\mu_{wN2}=\mu_{wN}$	Tempo médio de reparo do node em standby	1/0.0333
λ_{VoD}	Tempo médio de falha do serviço	1/217.779
μ_{VoD}	Tempo médio de instanciar o serviço	1/0.0275

Tabela 23: Parâmetros de entrada para os Modelos RBD detalhados

Módulo	Componente	MTTF	MTTR
Frontend	HW	8760 h	100 min
	SO	2895 h	1 h
	CLC	788.4 h	1 h
	CC	788.4 h	1 h
	SC	788.4 h	1 h
	Walrus	788.4 h	1 h
Volume	Volume	100000 h	1 h

Estudo de Caso 2

- Resultados

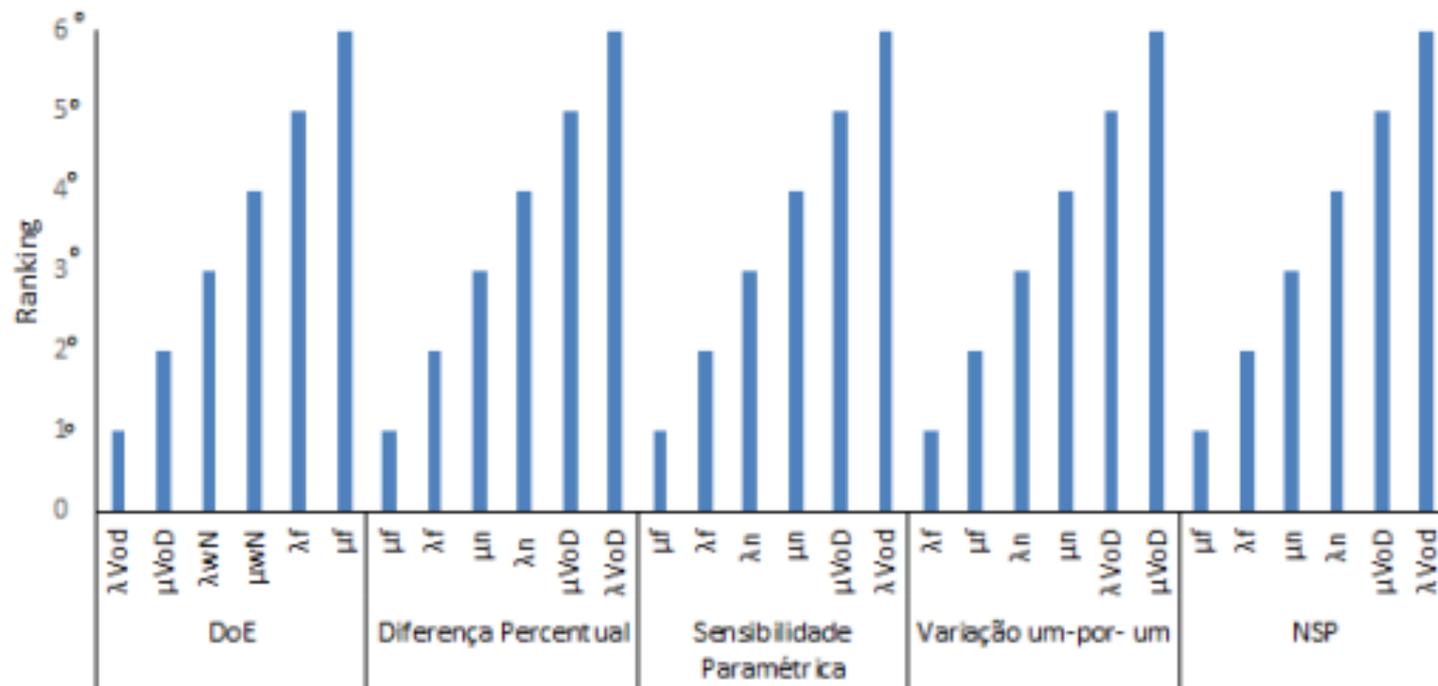


Figura 23: Ranking entre as estratégias de análise de sensibilidade para o VoD Redundante.

Estes parâmetros estão entre as 6 posições do ranking em pelo menos três dos cinco métodos : λ_{VoD} , μ_{VoD} , λ_f , μ_f , μ_n e λ_n .

Estudo de Caso 2

Resultados

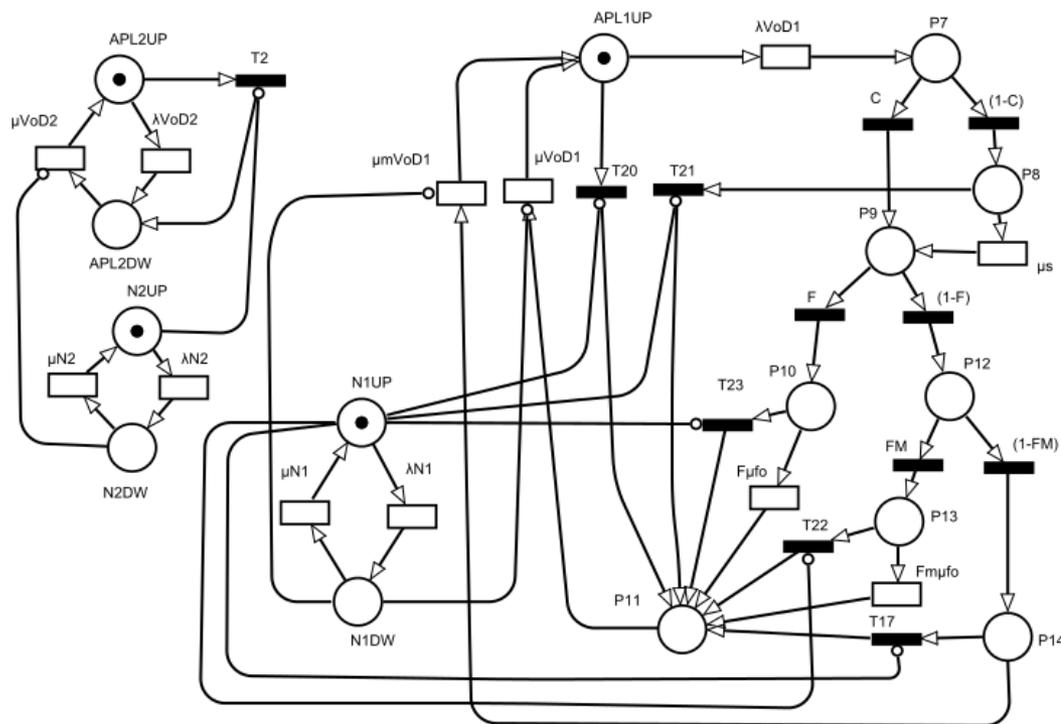


Figura 24: Modelo ativo-ativo

$$A = P(APL2UP = 1) \text{ OR } (APL1UP = 1)$$

Tabela 28: Parâmetro de entrada para o modelo ativo-ativo

Transição	Tipo	Tempo (h)	Peso	Prioridade	Concorrência
T2		-	1	1	-
C		-	0.90	1	-
1 - C		-	0.10	1	-
F		-	0.99	1	-
1 - F		-	0.1	1	-
FM		-	0.99	1	-
1 - FM		-	0.01	1	-
T17		-	1	1	-
T20		-	1	1	-
T21		-	1	1	-
T22		-	1	1	-
T23		-	1	1	-
μ_{VoD2}	exponencial	0.0275	-	-	-
λ_{VoD2}	exponencial	217.779	-	-	-
μ_{N2}	exponencial	0.91	-	-	-
λ_{N2}	exponencial	481.83	-	-	-
μ_{N1}	exponencial	0.91	-	-	-
λ_{N1}	exponencial	481.83	-	-	-
μ_{MVoD1}	exponencial	0.5	-	-	-
μ_{VoD1}	exponencial	0.0275	-	-	-
λ_{VoD1}	exponencial	217.779	-	-	-
μ_s	exponencial	0.5	-	-	-
$F\mu_{fo}$	exponencial	0.003	-	-	-
$Fm\mu_{fo}$	exponencial	0.5	-	-	-

Disponibilidade: 0.9979329

Caso de Estudo 2

- Resultados

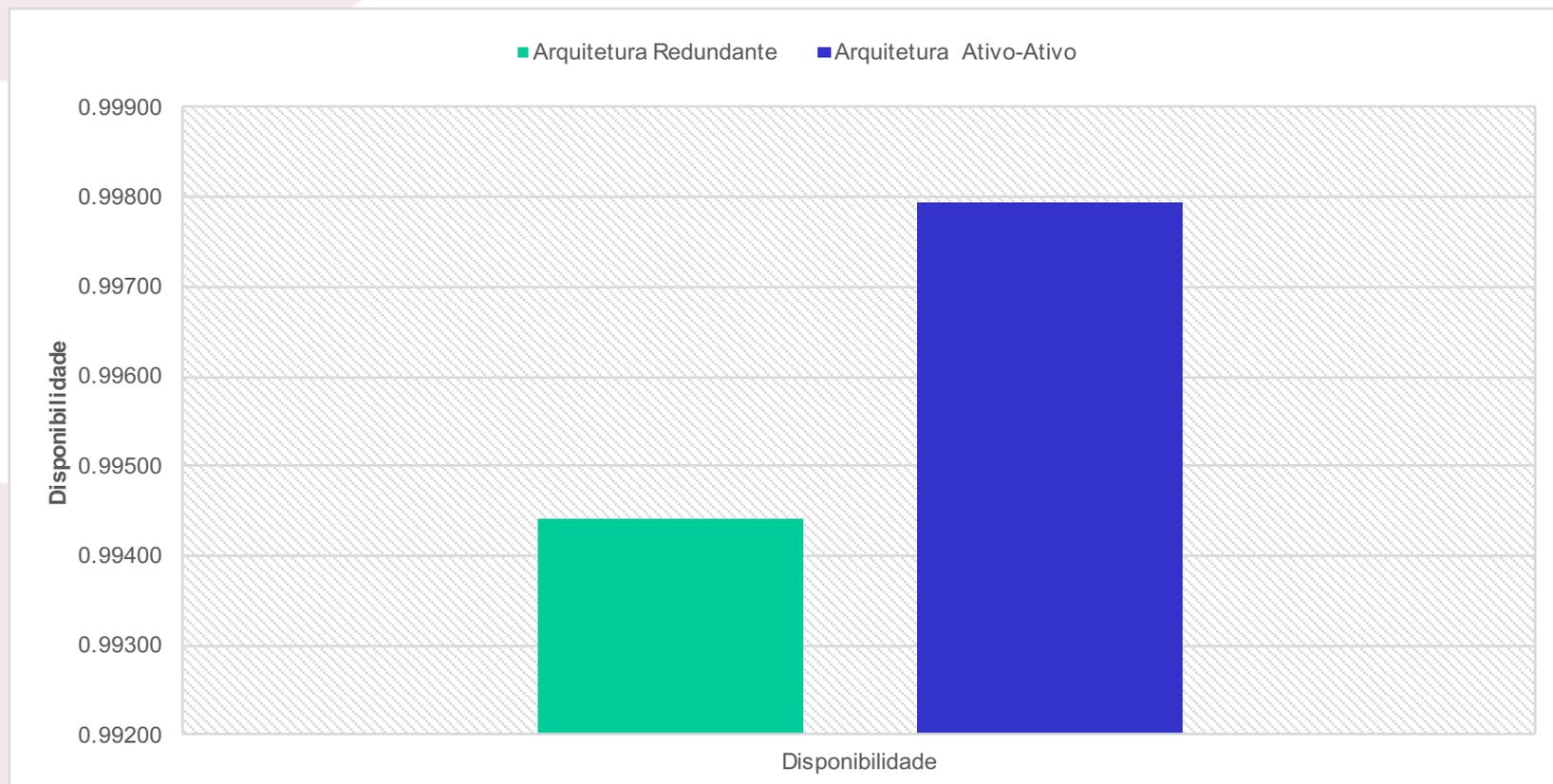


Figura 25: Disponibilidade para a arquitetura Redundante e Mecanismo Ativo-Ativo

Próximo Passos



- Realizar os ajustes ;
- Acrescentar a análise de Desempenho
- Validar os modelos;
- Escrever artigos;



Análise de Sensibilidade e Métricas de Disponibilidade e Desempenho Aplicadas em Serviços de *Streaming* de Vídeo usando Infraestrutura de Nuvem

Rosangela Maria de Melo
rmm3@cin.ufpe.br

Orientador: Dr. Paulo Romero Martins Maciel