

# *Avaliação de Projetos de Redes Convergentes em Função de Aspectos Orientado a Negócios.*

*Almir Pereira Guimarães  
apg2@cin.ufpe.br*

*Orientador: Paulo R. M. Maciel  
prmm@cin.ufpe.br*

# Estrutura

1. Motivação;
2. Definição do Problema;
3. Objetivos;
4. Fundamentação Teórica;
5. Estratégia de Modelagem;
6. Seleção de Modelos;
7. Modelo de Dependabilidade;
8. Modelos de Desempenho;
9. Modelos/Métricas de Negócios;
10. Metodologia Proposta;
11. Estudo de Caso;
12. Conclusões;

# Motivação (1/4)

- Os custos anuais com paralisações ou falhas de redes convergentes são da ordem de milhares de dólares devido a maior dependência das sociedades nestes sistemas.
- Questões relativas ao planeamento de redes convergentes corporativas assumem uma grande importância devido a exigências contratuais, por força de regulamentações, ou mesmo pela pressão de clientes.
- Milhares de dólares em gastos financeiros pode ser a diferença entre soluções *ad-hoc* e soluções que consideram formalmente aspectos relativos a negócios junto com aspectos de infraestrutura.

## Definição do Problema (2/4)

- Uma pesquisa exaustiva examinaria centenas ou mesmo milhares de configurações de infraestruturas a qual poderia levar meses para explorar uma solução viável.
- Para acelerar este tempo, metodologias tem sido desenvolvidas para reduzir o espaço de possíveis projetos a serem examinados.
- O problema é que as necessidades de negócios não são propriamente capturadas, podendo acarretar perdas financeiras por parte das empresas.
- A escolha da melhor opção de projeto é orientado pela otimização da relação entre custos e correspondentes aspectos de infraestrutura em conjunto com técnicas para a redução do número de projetos candidatos.

## Objetivo Geral (3/4)

- Iremos propor de maneira integrada, modelos, métricas e uma metodologia para viabilizar uma análise comparativa entre as melhores soluções de projetos, correspondentes a diferentes infraestruturas, considerando-se os aspectos de dependabilidade, desempenho e de negócios.



# Objetivos Específicos (4/4)

- Criar modelos heterogêneos, com relação a aspectos de infraestrutura, utilizando modelos baseados em espaço de estados (SPN e CTMC), modelos combinatoriais (RBD, Reliability Block Diagram) junto com modelos baseados em aspectos de negócios.
- Definição de métricas para o suporte à otimização do projeto de infraestrutura em função dos negócios da empresa. Proporcionam suporte a uma análise comparativa entre diferentes soluções de projetos de infraestrutura.
- Definição de uma estratégia baseada em mecanismos tais como Agrupamento Hierárquico Aglomerativo, Importância para Confiabilidade e Projeto de Experimento Fatorial, para proporcionar suporte à escolha do melhor projeto de infraestrutura.

# Fundamentação Teórica – Exigências de Projetos em Redes Convergentes (1/5)

- A importância estratégica de um bom projeto de redes convergentes se mostra através do grau de dependência por parte das organizações nos serviços suportados por estas redes.
- Um bom projeto não será o de maior custo, mas o que consegue dimensionar de maneira satisfatória as características de dependabilidade, desempenho e custos.
- O maior desafio dos projetistas é entender melhor estas interrelações, de maneira a atingir um nível para que estas três características atendam de maneira satisfatória às suas exigências.

# Fundamentação Teórica – Importância para Confiabilidade (2/5)

- Importância para Confiabilidade (B-Importance) é utilizada para análise de confiabilidade de sistemas, identificando fraquezas e quantificando o impacto de falhas de componentes.
- Importância para Confiabilidade de um componente  $i$  é igual à quantidade de aumento (no tempo  $t$ ) na confiabilidade do sistema quando a confiabilidade do componente  $i$  é aumentada por uma unidade.

$$I_i^B = \frac{\partial R_s(p)}{\partial p_i}$$

# Fundamentação Teórica – Projeto de Experimento Factorial (3/5)

- Habilita encontrar o efeito de cada fator, dentro de um experimento sobre uma medida de interesse.
- Um sistema, que tem sua medida de interesse afetada por  $k$  fatores (componentes), e cada fator tem  $n$  níveis possíveis (opções de valores), o número de experimentos (combinações) deve ser igual a  $n^k$ .
- Projeto de experimento fatorial  $2^k$  é uma abordagem na qual apenas dois níveis são avaliados para cada fator.

# Fundamentação Teórica – Agrupamento Hierárquico. (4/5)

- Cria agrupamentos de objetos de maneira recursiva,
- Pode ser subdividido em métodos aglomerativos e divisivos.
- Métodos aglomerativos executam sucessivas fusões dos  $n$  objetos formando  $n - 1, \dots, n - k$  agrupamentos até reunir todos os objetos em um único grupo.
- Métodos Divisivos partem de um único grupo e por meio de divisões sucessivas obtém vários outros sub-grupos.

# Fundamentação Teórica – Conceitos de Modelagem (5/5)

- Modelos Baseados em Espaço de Estados
  - SPN
  - CTMC
- Modelos Não Baseados em Espaço de Estados
  - RBD

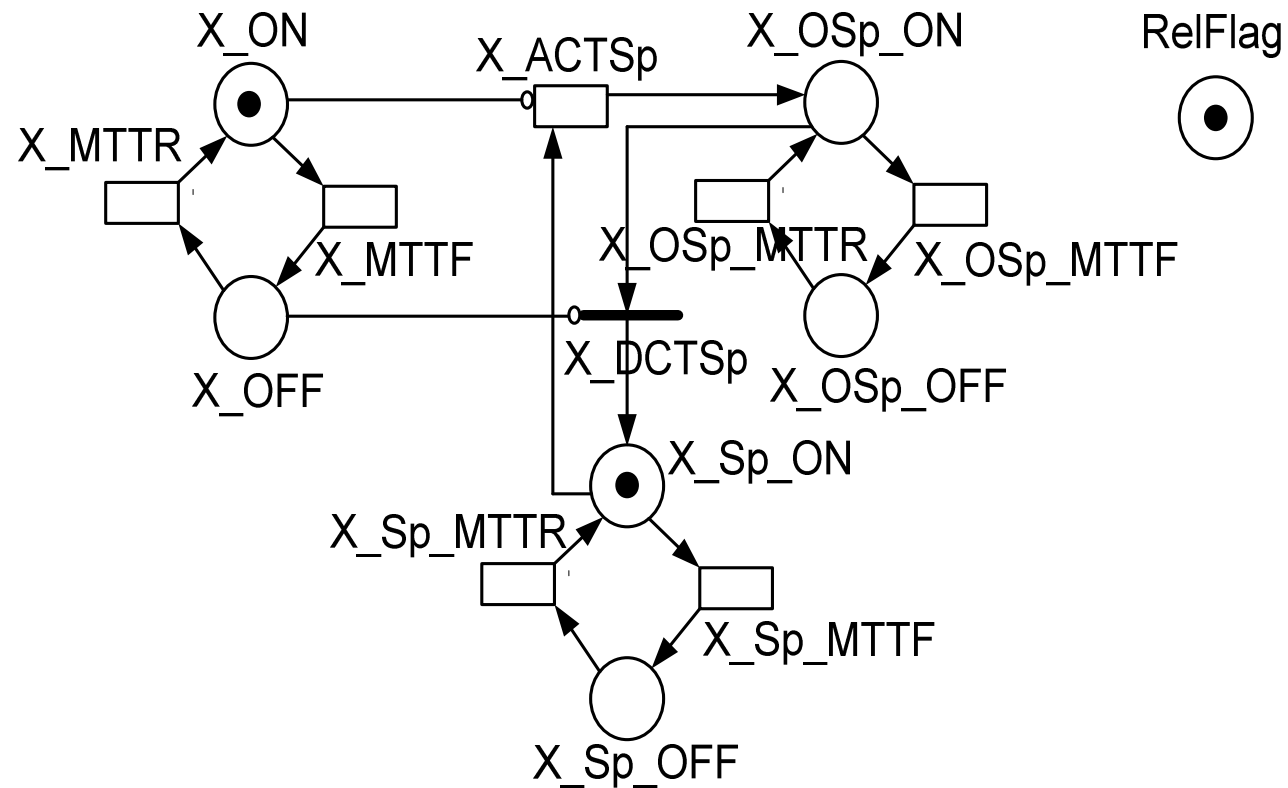
# Estratégia de Modelagem (1/15)

- Este trabalho adota uma estratégia de modelagem hierárquica.
- A abordagem hierárquica é adotada para reduzir a complexidade da representação de grandes sistemas que pode gerar o problema da explosão de espaço de estados.
- Dependendo da complexidade e tamanho do sistema, este poderá ser representado por um único modelo ou dividido em modelos menores, os quais representam partes do sistema

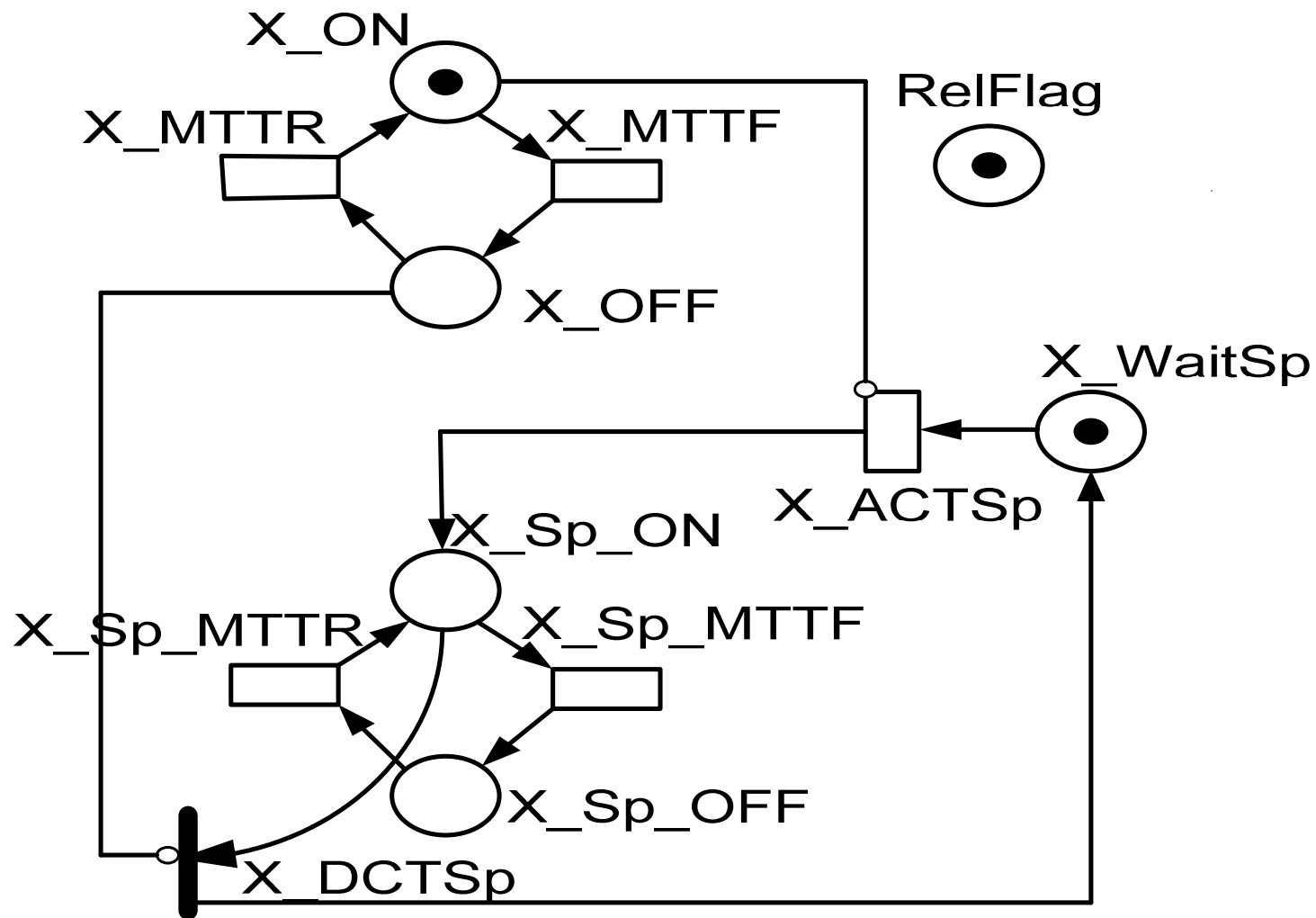
# Seleção de Modelos (2/15)

- Cada tipo de modelo possui seus pontos fortes e seus pontos fracos em termos de acessibilidade, facilidade de construção, precisão de algoritmos de solução e acesso às ferramentas de software.
- SPN e CTMC proporcionam grande flexibilidade para a modelagem de aspectos de desempenho, dependabilidade, além da combinação de desempenho e dependabilidade (performabilidade).
- Modelos combinatoriais são simples, fáceis de serem entendidos e seus métodos de solução têm sido extensivamente estudados.

# Modelos de Dependabilidade – Espera a Quente (3/15)



# Modelos de Dependabilidade – Espera a Frio (4/15)

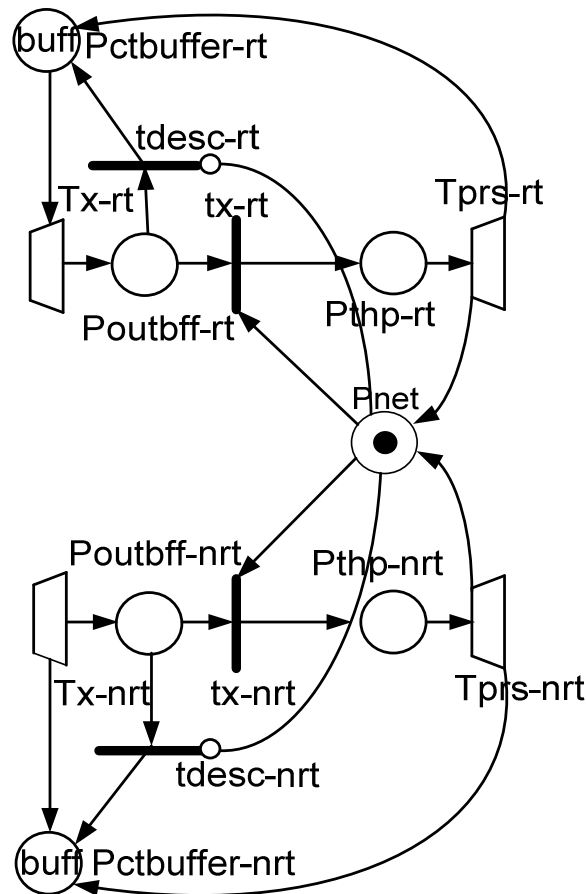


# Métricas Dependabilidade (5/15)

Mecanismo de Redundância	Disponibilidade	Confiabilidade
Espera a Quente	$P\{(\#X\_ON=1)OR(\#X\_OSp\_ON=1)^*$	$P\{\#X\_ON=1\}^*$
Espera a Frio	$P\{(\#X\_ON=1)OR(\#X\_Sp\_ON=1)^*$	$P\{\#X\_ON=1\}^*$

\* Nomenclatura Utilizada na Ferramenta  
TimeNet

# Políticas de Enfileiramento – Priority Queuing e Custom Queuing (6/15)



# Métricas de Desempenho (8/15)

Métrica	Equação
<b>VSV</b>	$(P\{\#P_{thp-rt} > 0\} \times (1/vs))^*$
<b>VSD</b>	$(P\{\#P_{thp-nrt} > 0\} \times (1/ds))^*$
<b>PDV</b>	$((I_{vnom}) - ((P\{\#P_{thp-rt} > 0\}) \times (1/vs))) \times time^*$
<b>PDD</b>	$((I_{dnom}) - ((P\{\#P_{thp-nrt} > 0\}) \times (1/ds))) \times time^*$
<b>TFV</b>	$E\{\#P_{outb-rt}\}^*$
<b>TFD</b>	$E\{\#P_{outb-nrt}\}^*$

\* Nomenclatura Utilizada na Ferramenta  
TimeNet

# Modelo de Negócios – Receita da Infraestrutura (9/15)

Com uma Vazão variável ( $thp(\tau)$ ) e disponibilidade instantânea ( $A(\tau)$ ):

$$Rc(t, A, thp, vfs) = \int_0^t \left( \sum_{j=1}^k A(\tau) \times thp_j(\tau) \times vfs_j \right) d\tau$$

Com uma vazão Média ( $thp$ ) e disponibilidade em estado estacionário ( $A$ ) em um período de tempo  $T$ :

$$Rc(T, A, thp, vfs) = \left( \sum_{j=1}^k A \times thp_j \times vfs_j \right) \times T$$

- $thp$ : Vazao, em pacotes por segundo (pps);
- $thp(\tau)$ : Vazao instantanea, em pacotes por segundo (pps);
- $A$ : Disponibilidade estacionaria em um periodo de tempo;
- $A(\tau)$ : Disponibilidade instantanea;
- $T$ : Periodo de tempo;
- $vfs$ : Valor financeiro associado a um servico, em \$/pacote.

# Modelo de Negócios – Custo de Infraestrutura (10/15)

Com uma taxa de custo variável de cada componente ( $r_{k,l,n}(\tau)$ ):

$$ICost(t) = \int_0^t \left( \sum_{k=1}^{|RC|} \sum_{l=1}^{|CL_k|} \sum_{n=1}^{|C_l|} r_{k,l,n}(\tau) \right) \times d\tau$$

Com uma taxa de custo constante ( $r_{k,l,n}$ ) em um período de tempo T:

$$ICost(T) = \left( \sum_{k=1}^k \sum_{l=1}^l \sum_{n=1}^n r_{k,l,n} \right) * T$$

# Modelos de Negócios – Multas (11/15)

$$I(A) = \begin{cases} I_1 & \text{para } A \geq th_1 \\ I_2 & \text{para } th_2 \leq A < th_1 \\ \dots & \dots \\ I_n & \text{para } th_n \leq A < th_{n-1} \end{cases}$$

$$M_j(T, A, I) = \begin{cases} 0 & \text{para } A \geq th_1 \\ T \times I_2 \times (1 - A) & \text{para } th_2 \leq A < th_1 \\ \dots & \dots \\ T \times I_n \times (1 - A) & \text{para } th_n \leq A < th_{n-1} \end{cases}$$

# Modelos de Negócios – Multas (12/15)

$$M_{Tot}(T, A, I) = \sum_{j=1}^k M_j$$

th: Valor limite no nível de serviço i, tal que  $0 \leq th \leq 1$ ;

T: Período de Tempo;

A: Disponibilidade Estacionária;

I: Índice que depende do nível de serviço i, em \$/h.

# Modelos/Métricas de Negócios – Lucro Líquido (13/15)

$$L_c(T, A, thp, vfs, I) = w_r \times R_c(T, A, thp, vfs) + w_c \times (M_{Tot}(T, A, I) + ICust(T))$$

Aonde:

$w_r$  e  $w_c$  são pesos atribuídos às funções de receitas e aos custos.

# Modelos/Métricas de Negócios – Lucro Líquido Adicional por Unidade Monetária Gasta (ALc). (14/15)

$$ALc = \Delta Lc(T, A, thp, vfs, I) / \Delta ICust(T)$$

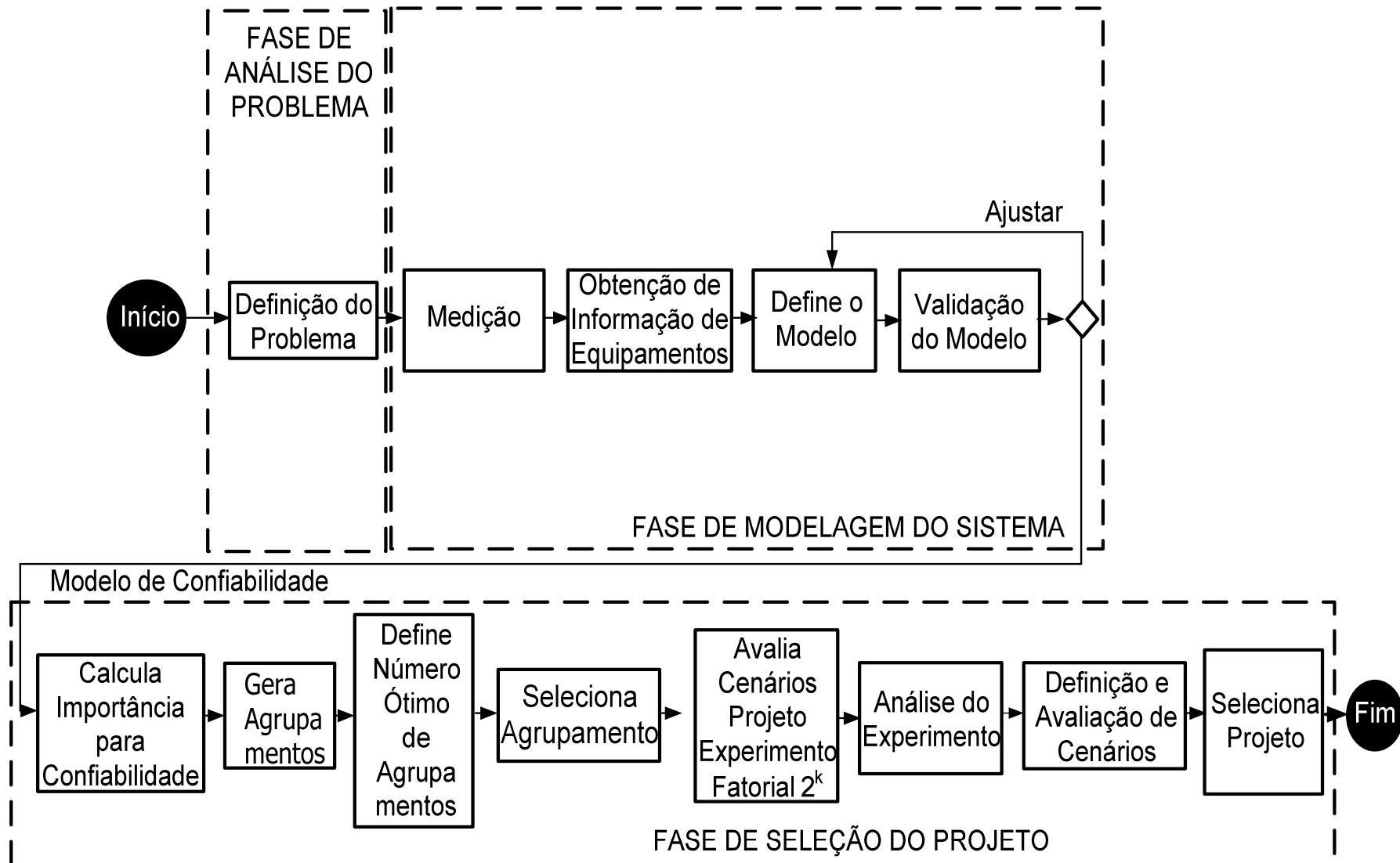
- $\Delta Lc(T, A, thp, vfs, I)$  - Variação do Lucro Líquido, tal que  $\Delta Lc(T, A, thp, vfs, I) = Lc_j(T; A; thp; vfs; I) - Lc_i(T, A, thp, vfs, I)$ .  $Lc_j(T; A; thp; vfs; I)$  é o lucro para a solução j e  $Lc_i(T; A; thp; vfs; I)$  é o lucro para solução i.
- $\Delta ICust(T)$  - Variação do custo de infraestrutura, tal que  $\Delta ICust(T) = ICust_j(T) - ICust_i(T)$ .  $ICust_j(T)$  é o custo de infraestrutura para a solução j e  $ICust_i(T)$  é o custo de infraestrutura para solução i.

# Modelos/Métricas de Negócios – Variação de tempo de parada por unidade monetária gasta(VTp). (15/15)

$$VTp = \Delta D(A, T) / \Delta ICust(T)$$

- $\Delta D(A, T)$  - Variação do tempo de parada, tal que  $\Delta D(A, T) = D_j(A, T) - D_i(A, T)$ .  $D_j(A, T)$  é o tempo de parada para a solução j e  $D_i(A, T)$  é o tempo de parada para a solução i.
- $\Delta ICust(T)$  - Variação do custo de infraestrutura, tal que  $\Delta ICust(T) = ICust_j(T) - ICust_i(T)$ .  $ICust_j(T)$  é o custo de infraestrutura para a solução j e  $ICust_i(T)$  é o custo de infraestrutura para a solução i.

# Metodologia Proposta (1/1)

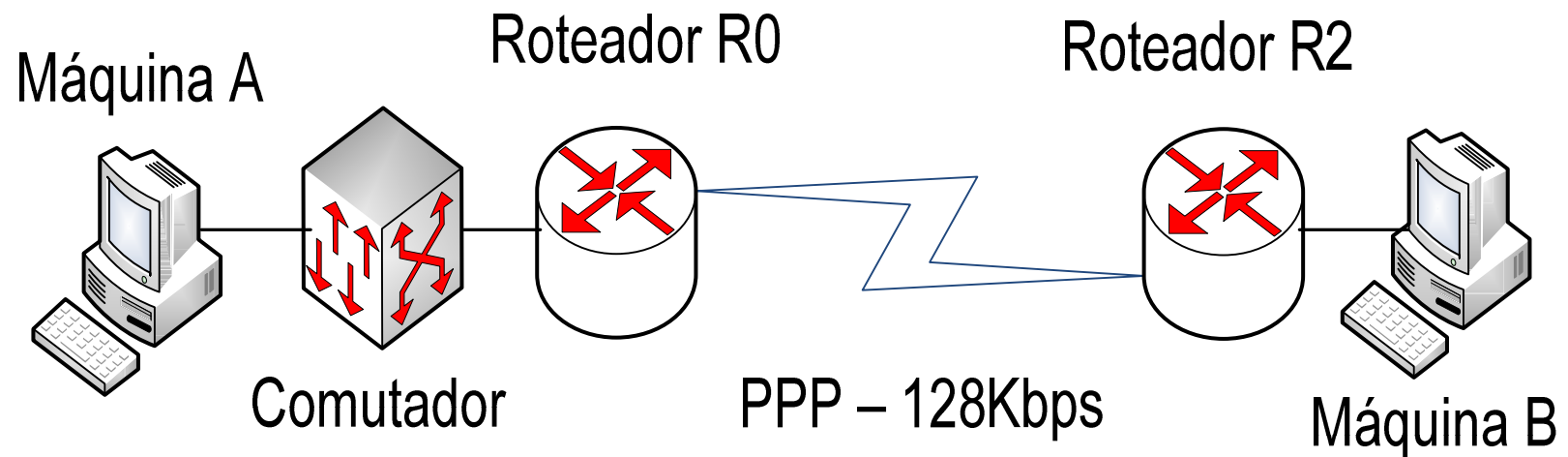


# Estudos de Caso I

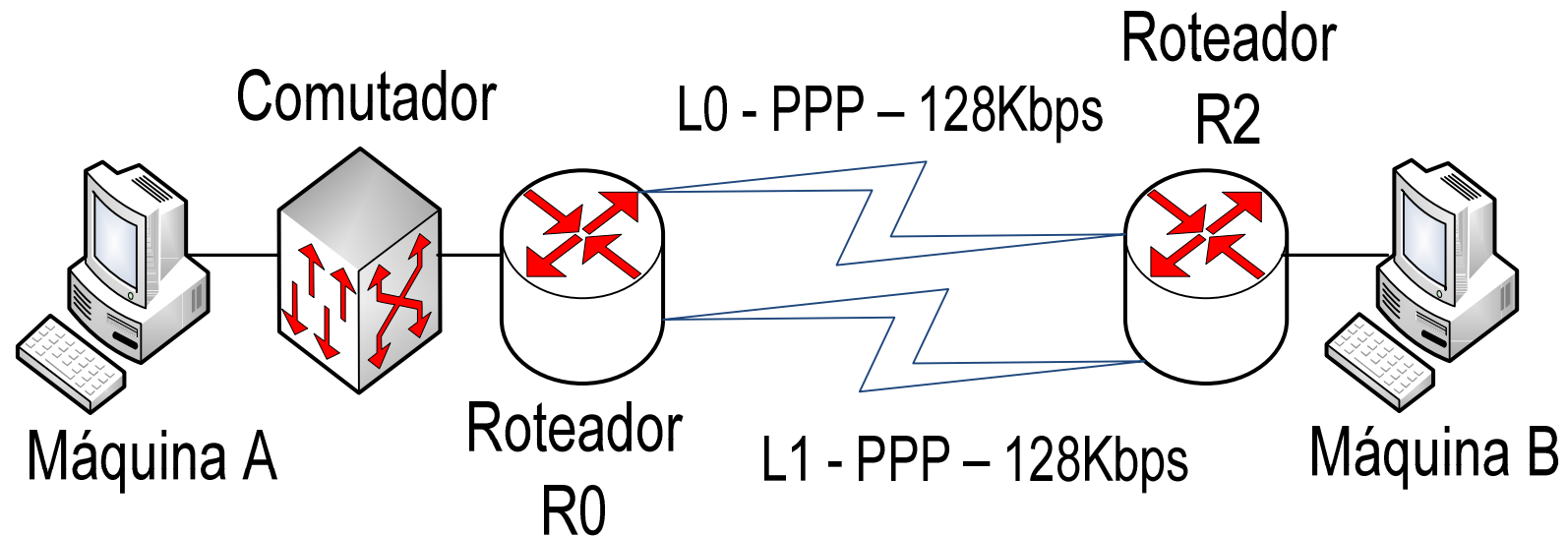
Descrição: Analisa a Metodologia Proposta

- Utiliza arquiteturas base
- Considera as abordagens aonde os aspectos de negócios são ou não dependentes da disponibilidade.
- A melhor solução do projeto de infraestrutura para cada arquitetura é determinada para situações aonde a metodologia proposta não é considerada e para situações considerando a sua aplicação.

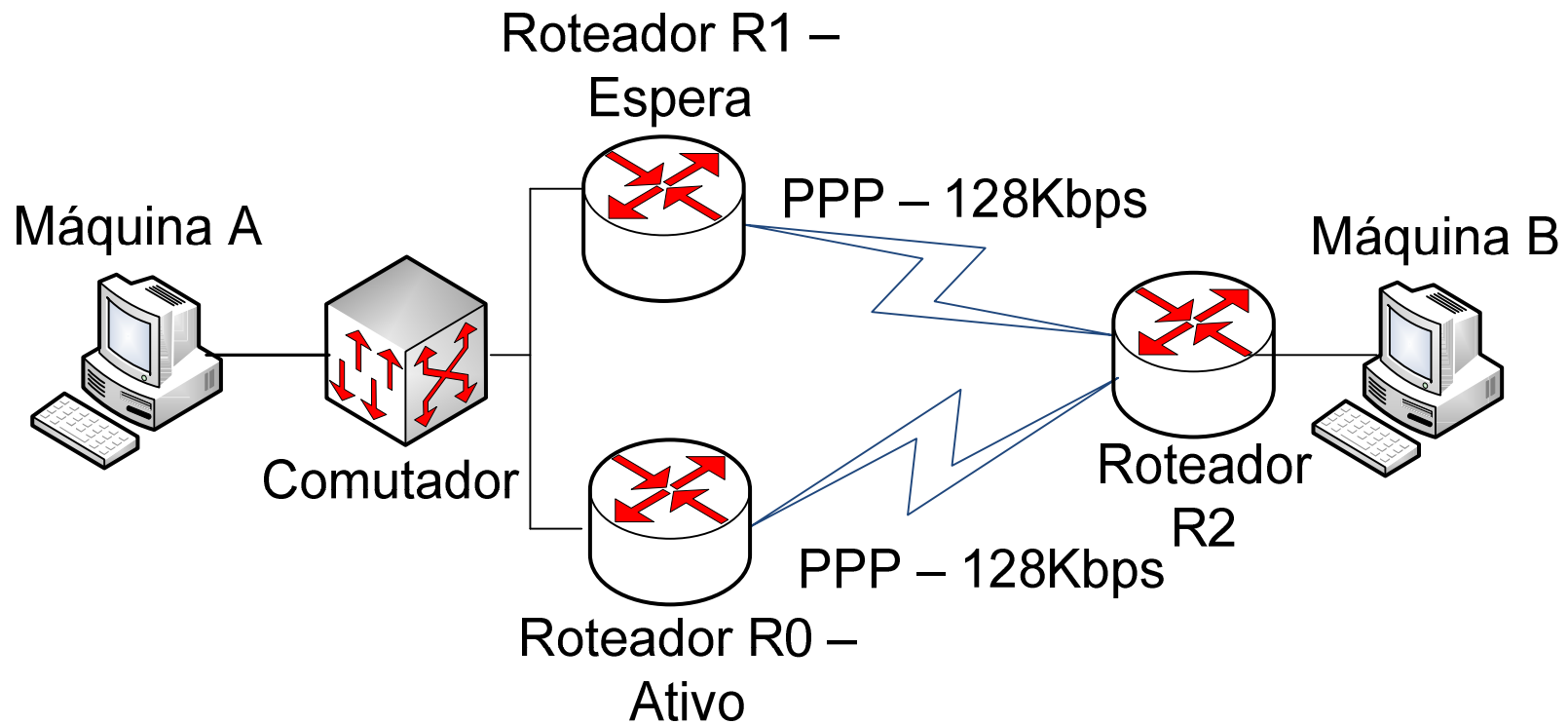
# Estudo de Caso – Arquitetura A1 (2/11)



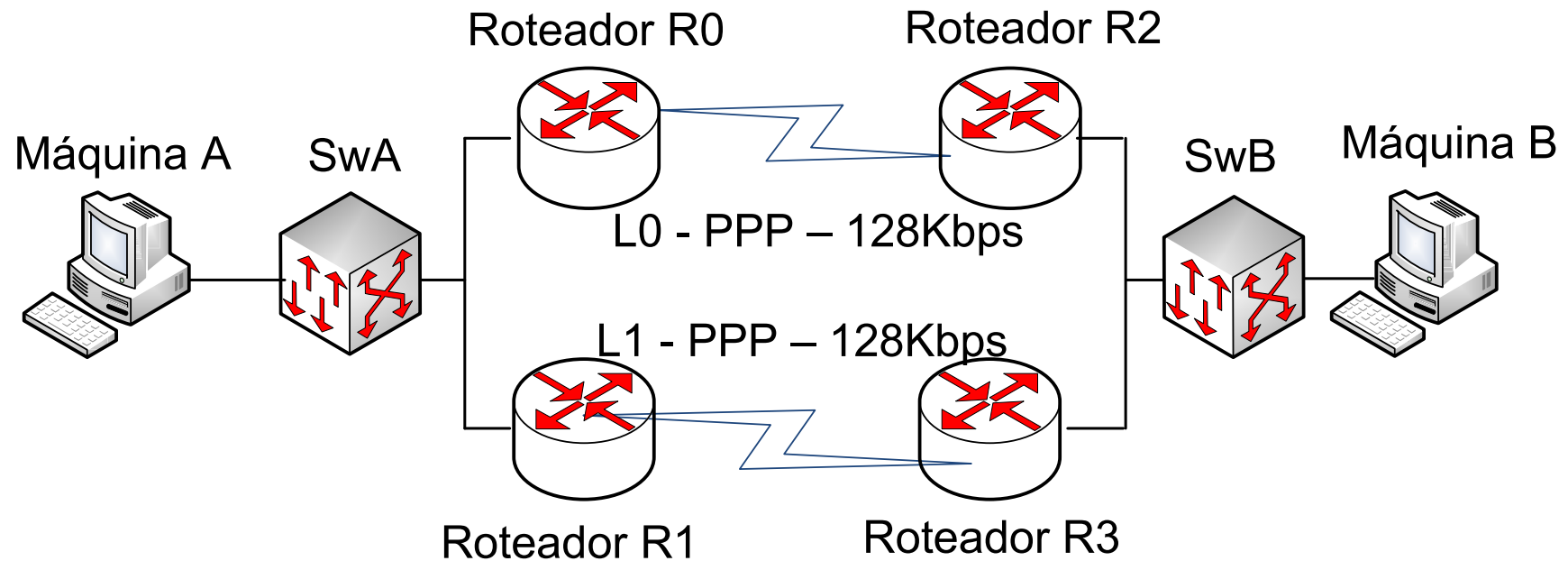
# Estudo de Caso – Arquitetura A2 (3/11)



# Estudo de Caso – Arquitetura A3 (4/11)



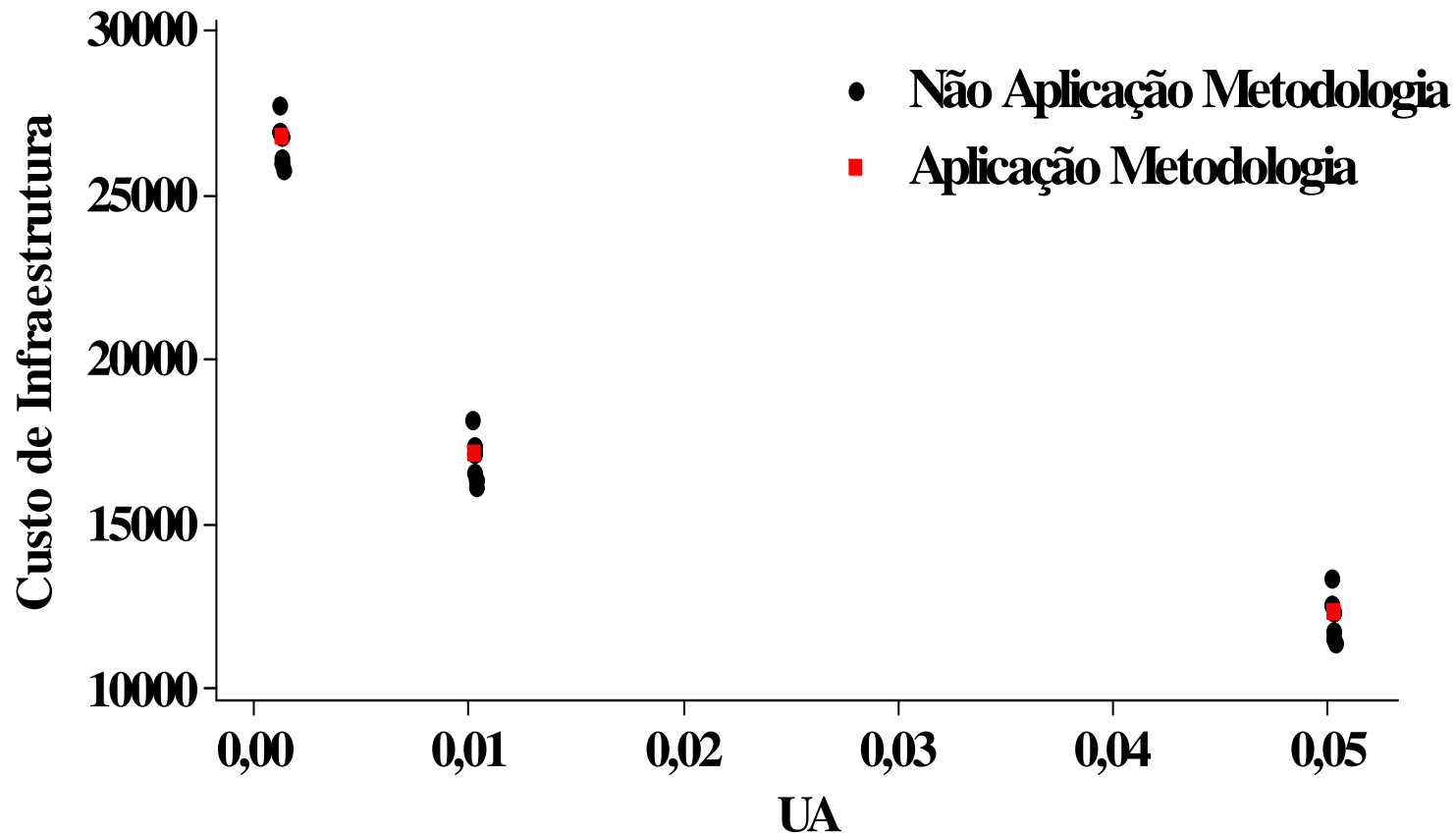
## Estudo de Caso – Arquitetura A4 (5/11)



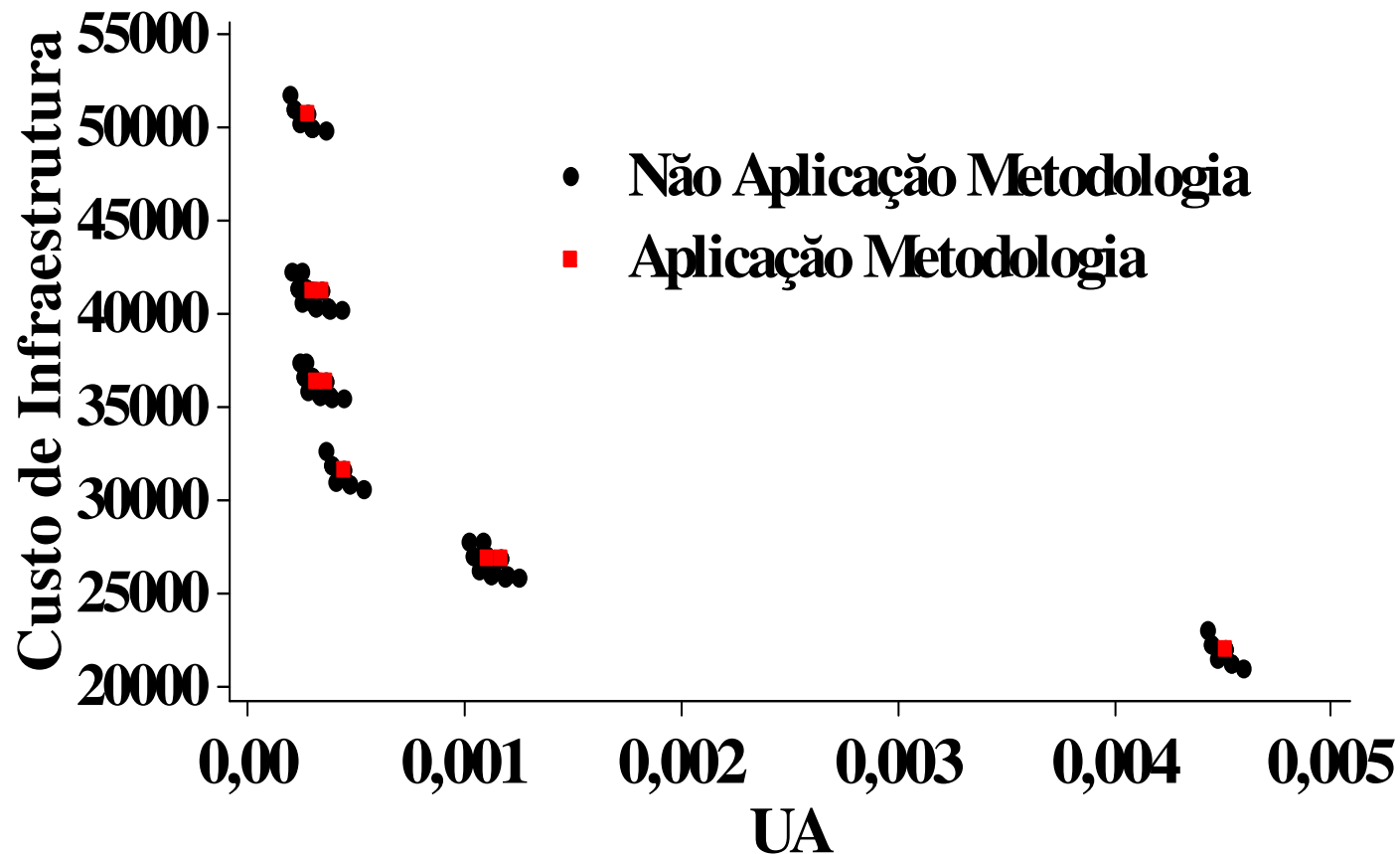
## Estudo de caso - Resultados da Utilização da Metodologia Proposta Utilizando Diferentes Abordagens em Diferentes Cenários (7/11)

Arch./Levels	Profit(\$) (Not Meth.)	Profit(\$) (Meth.)	Relative Error %	ICost(\$) (Not Meth.)	ICost(\$) (Meth.)	Relative Error %	Scenarios (Not Meth.)	Scenarios (Meth.)
1/3 Levels	4,650,105	4,648,593	0.03	16,190	17,195	6.21	27	3
2/3 Levels	4,668,714	4,667,595	0.02	26,190	26,795	2.31	81	9
3/3 Levels	4,674,874	4,673,763	0.02	26,885	28,695	6.72	243	9
4/3 Levels	4,674,179	4,672,138	0.04	28,780	30,790	6.9	729	9

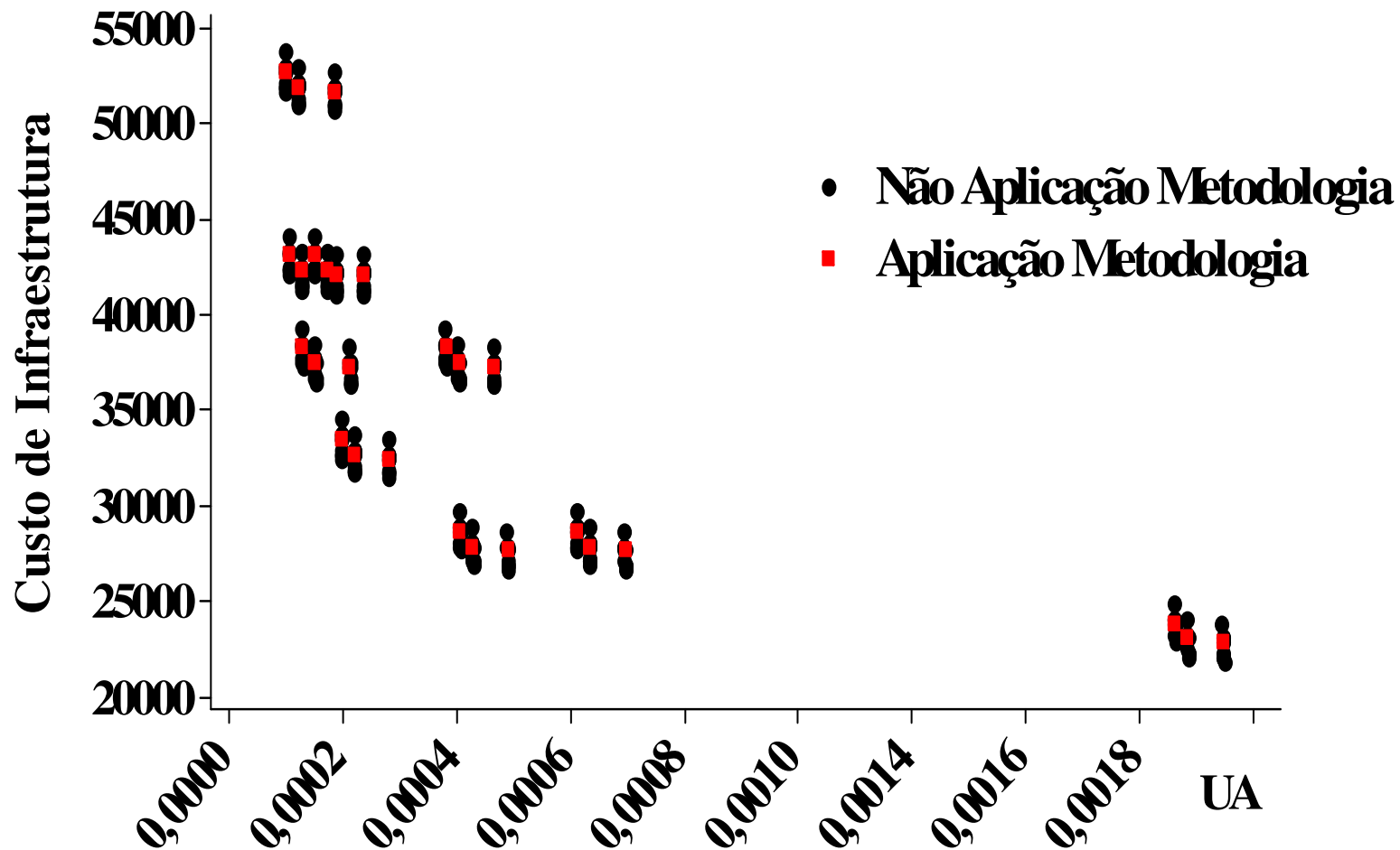
# Estudo de Caso I – Custo de Infraestrutura X UA – Arquitetura 1 (8/11)



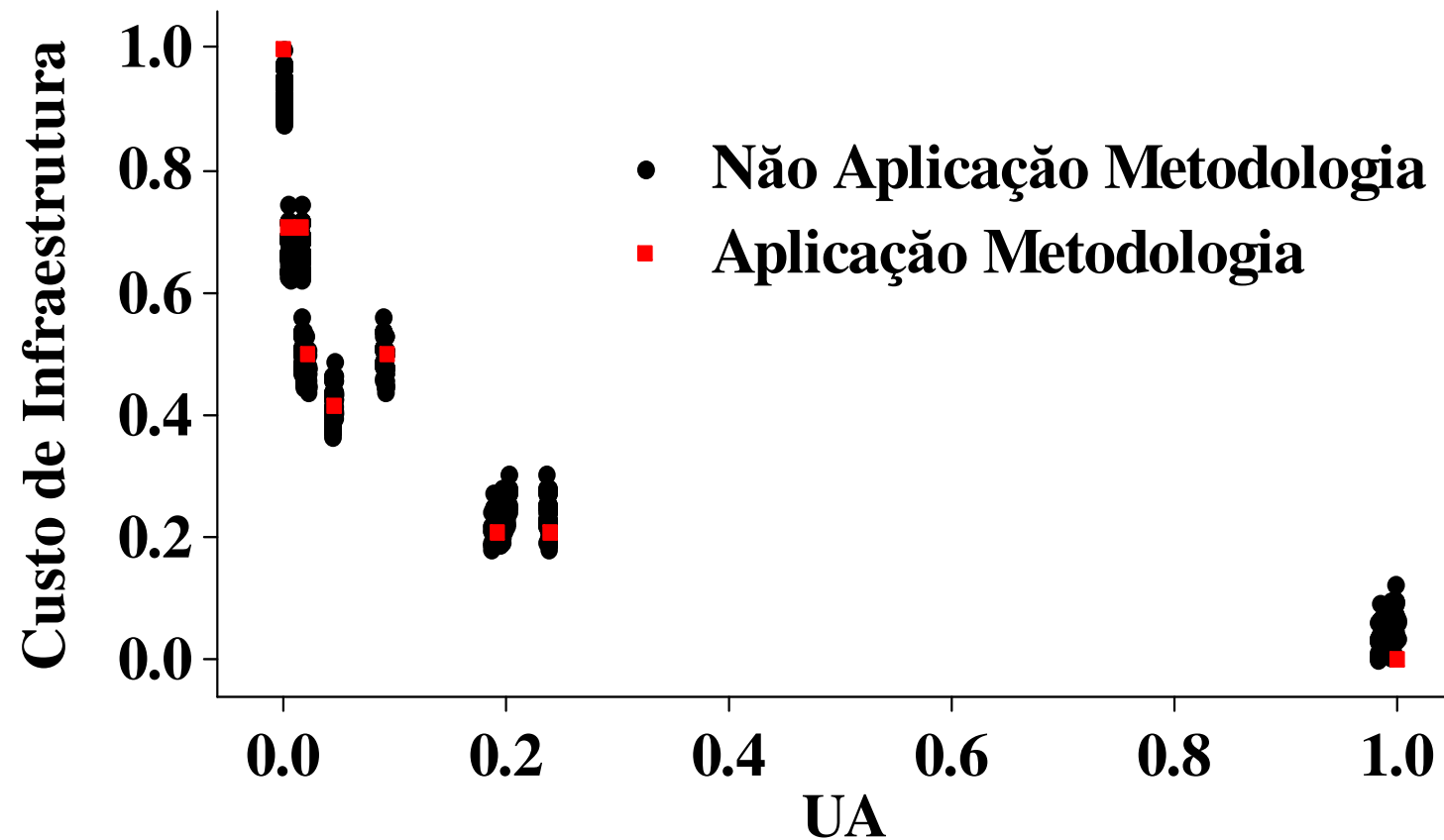
# Estudo de Caso I – Custo de Infraestrutura X UA – Arquitetura 2-3 (9/11)



# Estudo de Caso I – Custo de Infraestrutura X UA – Arquitetura 3 (10/11)



# Estudo de Caso I – Custo de Infraestrutura X UA – Arquitetura A4 (11/11)



# Considerações Finais (1/1)

- Nesta proposta foram apresentadas modelos, métricas e uma metodologia para proporcionar suporte à seleção da melhor opção de projeto para a infraestrutura de redes convergentes, levando-se em consideração aspectos relativos aos negócios.
- A metodologia proposta tem por objetivo tanto reduzir a complexidade do projeto de infraestrutura quanto proporcionar a determinação da melhor solução para este projeto.
- As métricas propostas, ALc e VTp, proporcionam suporte para uma análise comparativa entre as melhores soluções de projeto.
- Os modelos propostos servem para calcular as métricas de infraestrutura e de negócios em diferentes cenários.

# *Avaliação de Projetos de Redes Convergentes em Função de Aspectos Orientado a Negócios.*

*Obrigado!  
SUGESTÕES?  
QUESTÕES?*

*Almir Pereira Guimarães  
apg2@cin.ufpe.br*