



Uma Solução Flexível e Personalizável para a Composição de Cadeias de Função de Serviço

Vinícius F. Garcia, Marcelo C. Luizelli,
Elias P. Duarte Júnior, Carlos R. P. dos Santos



Sumário

- **Introdução**
- **Trabalhos Relacionados**
- **CUSCO: CUstomazable Service COmposing**
- **Avaliação da Solução**
 - Experimentação
 - Resultados
 - Caso de Estudo
- **Considerações Finais**

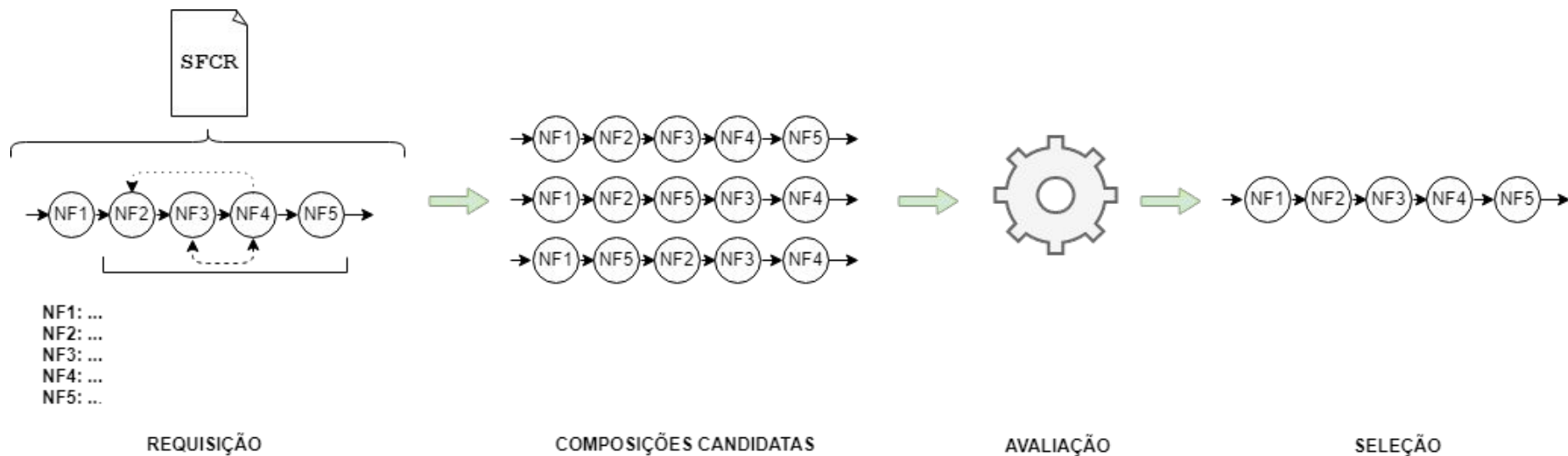
Introdução

- **Infraestrutura de rede atual**
 - *Physical appliances*
 - Ossificação da rede
- ***Network Function Virtualization (NFV)***
 - Desacoplamento das funções de rede do hardware físico
 - Técnicas de virtualização já existentes
 - *Service Function Chaining (SFC)*
- **Implantação de Serviços em NFV**
 - Aquisição, preparação e operacionalização de SFCs
 - Série de etapas inter-relacionadas

Introdução

- **Alocação de Recursos em NFV (NFV-RA)**
 - Parte principal da implantação do serviço
 - Constituído de três etapas
 - Composição (Composition)
 - Integração (*Embedding*)
 - Temporização (*Schedule*)
- **Composição**
 - Alocação (absoluta) de funções de rede em uma topologia de serviço
 - Dependências, limitações e políticas
 - Função objetivo
 - Modelo operacional (topologia de serviço / grafo de relacionamentos)
 - *Service Function Chaining Request* (SFCR)

Introdução



Trabalhos Relacionados

- **Topologias de serviço parcialmente ordenadas**
 - Solução de Mehraghdam
 - Taxa de tráfego
 - Solução de Draxler
 - Taxa de tráfego, requisitos de recursos, tamanho da cadeia
- **Grafos de relacionamento entre funções de rede**
 - Solução de Ocampo
 - Requisitos de banda
 - Solução de Gil
 - Requisitos de banda
 - Solução de Wang
 - Níveis de prioridade de função

Composição de Serviços

Problema?

DESCRIÇÃO DA TOPOLOGIA DE SERVIÇO

- Suporte parcial a ramificações genéricas
- Suporte limitado a dependências entre funções de rede

ANÁLISES TOPOLÓGICAS

- Ignora possíveis manipulações de ramificações

FUNÇÃO OBJETIVO

- Métricas estáticas
- Análise não customizável





CUSCO: CUstomizable Service COmposing

Solução de composição de serviços de rede que preza pela flexibilidade de configuração e personalização de avaliação.

SCAG: Service ChAin Grammar

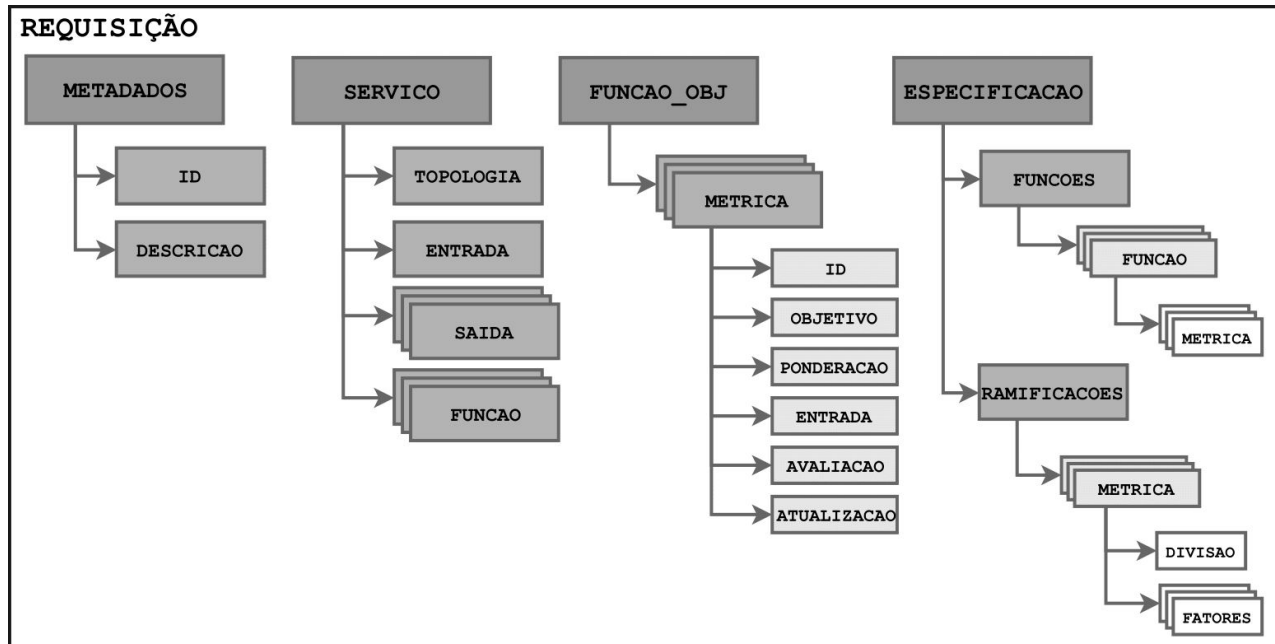
- Modelo de especificação de topologias de serviço para SFCs
- Baseado em uma gramática livre de contexto
- Suporte:
 - Segmentos parcialmente ordenados
 - Dependências de função de rede (ordem e acoplamento)
 - Dependências de infraestrutura (domínio)
 - Ramificações genéricas (terminais e não terminais)

```
1 INICIO → 'NE' BLOCOOP
2 BLOCOOP → RAMIFICACAOT | RAMIFICACAONT | BLOCOTP BLOCOOP | BLOCOTP
   NS
3 BLOCOOPR → RAMIFICACAONTINT | BLOCOTP BLOCOOPR | BLOCOTP
4 BLOCOTP → ORDEMP | FUNC1
5 ORDEMP → '[' FUNC1 PFUNC1 ']' EXCECAO | '[' FUNC1 PFUNC1 ']'
6 EXCECAO → '(' FUNC FUNC ')' EXCECAO | '(' FUNC FUNC ')' | '(' FUNC
   FUNC '*' ')' EXCECAO | '(' FUNC FUNC '*' ')'
7 RAMIFICACAOT → BLOCOTP '{' BLOCOOP PRAMIFICACAOT '}'
8 PRAMIFICACAOT → '/' BLOCOOP PRAMIFICACAOT | '/' BLOCOOP
9 RAMIFICACAONT → BLOCOTP '{' BLOCOOPR PRAMIFICACAONT '}' BLOCOOP
10 RAMIFICACAONTINT → BLOCOTP '{' BLOCOOPR PRAMIFICACAONT '}' BLOCOOPR
11 PRAMIFICACAONT → '/' BLOCOOPR PRAMIFICACAONT | '/' BLOCOOPR
12 PFUNC1 → FUNC1 PFUNC1 | FUNC1
13 FUNC1 → FUNC '<' DOMINIO '>' | FUNC
14 FUNC → 'FNC1' | 'FNC2' | 'FNC3' | ... | 'FNCn'
15 NS → 'NS1' | 'NS2' | 'NS3' | ... | 'NSn'
16 DOMINIO → 'DOM1' | 'DOM2' | 'DOM3' | ... | 'DOMn'
```

Figura 1. Regras de Produção SCAG

YAMLR: YAML Request

- Modelo de requisição extensível



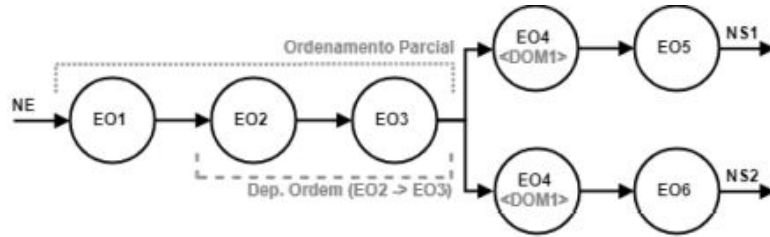
CUSCO: CUstomizable Service COmposing

- **Flexibilidade de configuração**
 - Possibilidade de desativação de determinados processos
- **Flexibilidade de avaliação**
 - Avaliação multi-critério
 - Suporte a N métricas com diferentes granularidades
 - Métricas de avaliação definidas pelos usuários
 - Ponderação
 - Atribuição de um peso específico para cada métrica
 - Indexação
 - Um valor resume a avaliação (Índice de Adequabilidade Topológica - IAT)
- **Dois procedimentos**
 - (I) Expansão de topologias e (II) Avaliação de topologias

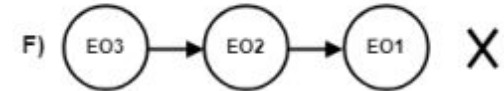
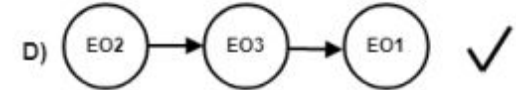
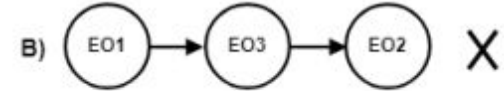
CUSCO: CUstomizable Service COmposing

- **Expansão de topologias**
 - **Passo #1:** resolução de ordenamentos parciais
 - **Passo #2:** redução de ramificações
- **Resolução de ordenamentos parciais**
 - Permuta com restrições
 - Permuta -> segmentos parcialmente ordenados
 - Restrições -> dependências de NF (ordem e acoplamento)
 - Geração de todas as possibilidades topológicas
- **Redução de ramificações**
 - Segmentos de funções iguais em ramos diferentes de uma ramificação
 - Alocação em segmento comum da cadeia:
 - Inicial (ramificações terminais e não terminais)
 - Final (ramificações não terminais)

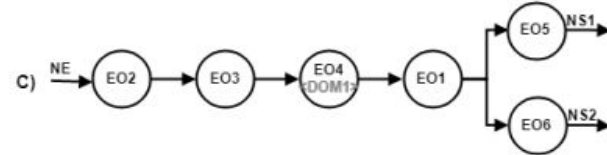
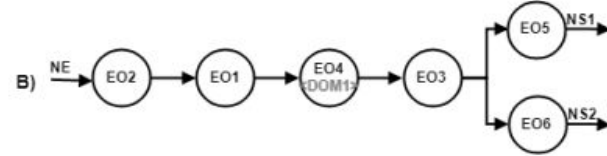
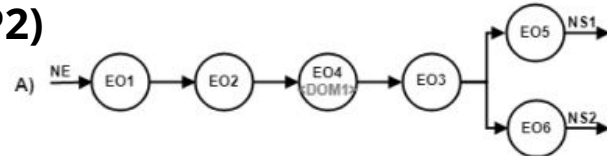
Adendos - Expansão de Topologias



P1)



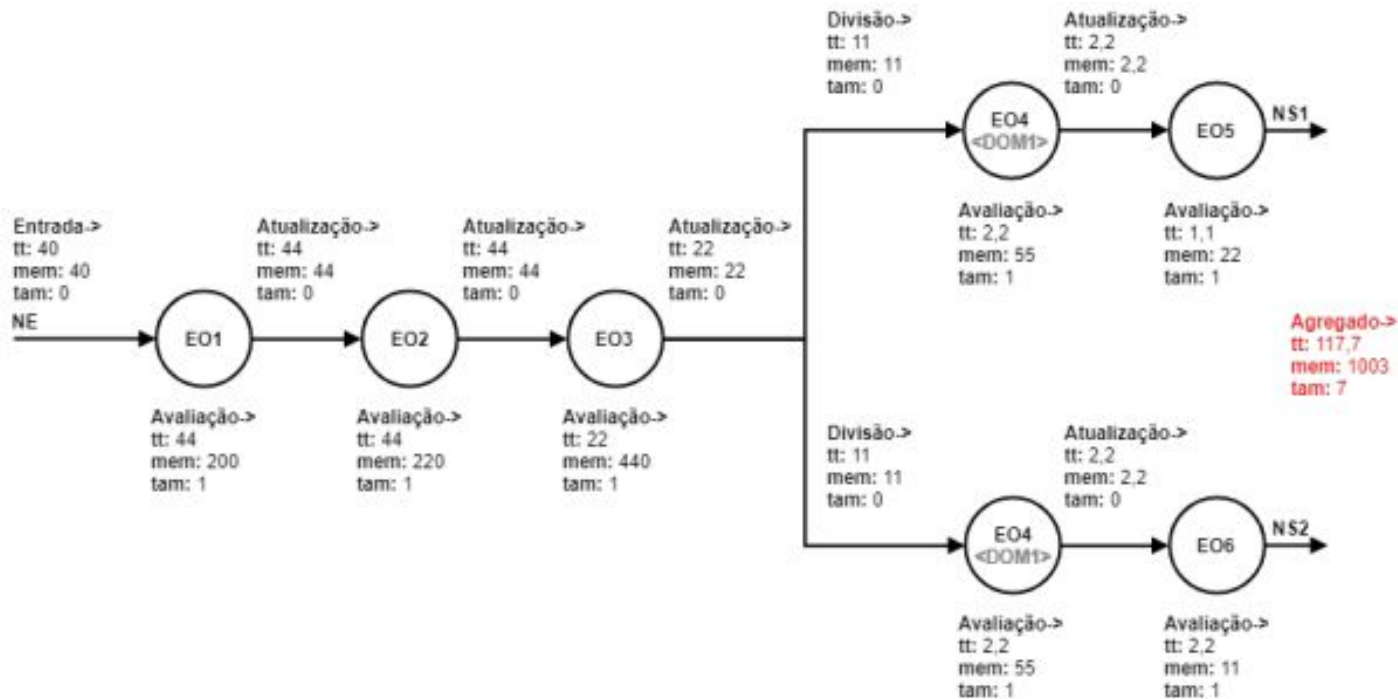
P2)



CUSCO: CUstomizable Service COmposing

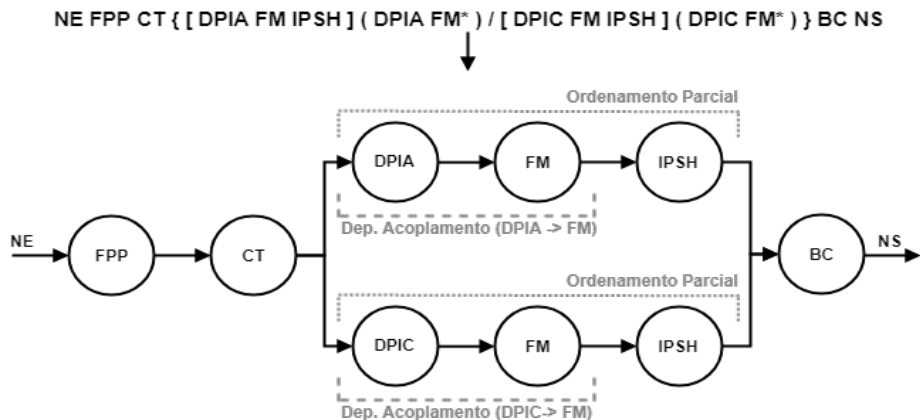
- **Avaliação de topologias**
 - **Passo #1:** definição das funções parciais e avaliação de topologias
 - **Passo #2:** depuração e padronização dos resultados parciais
 - **Passo #3:** geração do índice e ranqueamento
- **Definição das funções parciais e avaliação de topologias**
 - Função parcial
 - Iteração (avaliação + atualização)
 - Resultados parciais
- **Depuração e padronização dos resultados parciais**
 - Mapeamento + Normalização + Complementação
- **Geração do Índice de Adequabilidade Topológica e ranqueamento**
 - Ponderação + Agrupamento + Ranqueamento

CUSCO: CUsomizable Service COnposing



Experimentação

- **Serviço de segurança, controle de conteúdo e balanceamento de carga**
 - Filtragem de portas e pacotes anômalos
 - Verificação de assinaturas (HTTPS) e palavras-chave (HTTP)
 - Balanceamento de requisições HTTP e HTTPS entre servidores
- **Sete funções de rede**
 - Python 3
 - Click Modular Router
- **Métricas de análise**
 - Taxa de tráfego (%)
 - Taxa de atendimento a requisições (req/s)
 - Tamanho da topologia



Resultados

- Nove composições candidatas resultantes da expansão de topologias
 - Todas avaliadas e IATs gerados
- Três composições selecionadas para validação por implantação

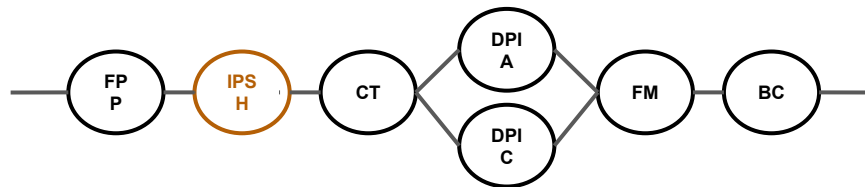
#1: IAT 0,666

Maior IAT

Parcial TT: 0,333

Parcial TAR: 0

Parcial Tam: 0,333



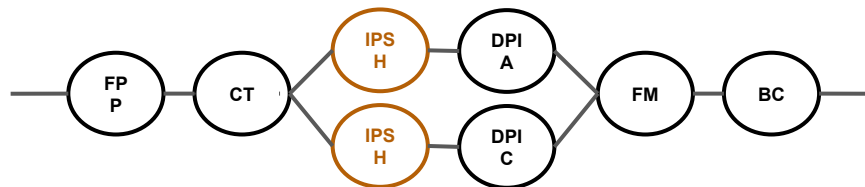
#2: IAT 0,500

Maior IAT cujo maximiza TAR

Parcial TT: 0,167

Parcial TAR: 0,333

Parcial Tam: 0



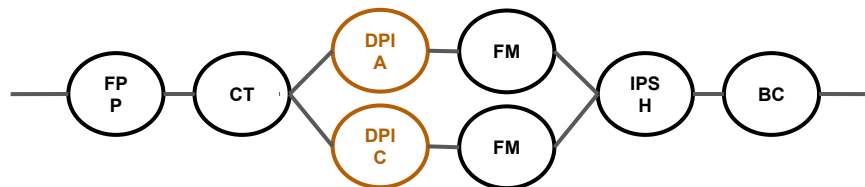
#3: IAT 0,327

Pior IAT

Parcial TT: 0

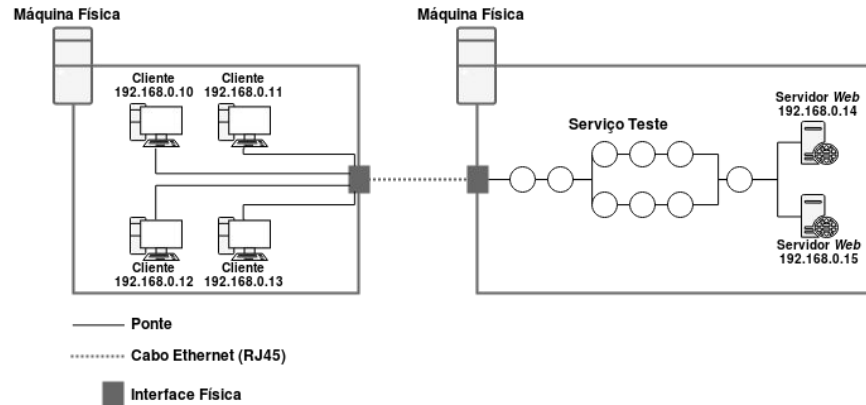
Parcial TAR: 0,161

Parcial Tam: 0,166



Caso de Estudo

- **Ataque de visando a indisponibilização do serviço**
 - Dois clientes HTTP (um malicioso e um legítimo)
 - Dois clientes HTTPS (um malicioso e um legítimo)
 - Início simultâneo de requisições
 - Conclusão marcada pelo sucesso de 5000 requisições de cada cliente legítimo



Resultados

	Maximização		Minimização	
	Taxa de Requisições HTTP Atendidas (req/s)	Taxa de Requisições HTTPS Atendidas (req/s)	Taxa de Tráfego Média no Sistema (Mbps)	Tamanho da Topologia e Recursos Computacionais
IAT 0,666 Parcial TT: 0,333 Parcial TAR: 0 Parcial Tam: 0,333	2,4	2,5	37,9	7 3584 MB RAM 7 Núcleos Virtuais
IAT 0,500 Parcial TT: 0,167 Parcial TAR: 0,333 Parcial Tam: 0	20,4	13,0	59,6	9 4608 MB RAM 9 Núcleos Virtuais
IAT 0,327 Parcial TT: 0 Parcial TAR: 0,161 Parcial Tam: 0,166	0	0	--	8 4096 MB RAM 8 Núcleos Virtuais

Considerações Finais

- **A manipulação das topologias foi adequada**
 - Topologias geradas provinham o mesmo serviço
- **A metodologia de composição funcionou corretamente**
 - Conciliação de N métricas com diferentes granularidades
 - Ponderação de resultados parciais
 - Geração de índices (IAT) e ranqueamento
- **Trabalhos futuros**
 - Generalização da metodologia de indexação
 - Composição, Integração e Temporização
 - Desenvolvimento e integração a marketplaces
 - Verificar a possibilidade de metodologias customizáveis serem integradas em marketplaces de NFV



Uma Solução Flexível e Personalizável para a Composição de Cadeias de Função de Serviço

Obrigado!!

Vinícius Fülber Garcia
vfgarcia@inf.ufpr.br

<https://github.com/ViniGarcia/ViNeFuR>
<https://github.com/ViniGarcia/NFV-FLERAS>



Adendos - Avaliação de Topologias

	Objetivo	Peso	Medições para Estrutura 01	Medições para Estrutura 02
Métrica 01	Maximização	0,3	100	30
Métrica 02	Minimização	0,7	1	0,6

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01											
Mtc. 02											

Adendos - Avaliação de Topologias

	Medições para Estrutura 01	Medições para Estrutura 02
Métrica 01	100	30
Métrica 02	1	0,6

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01											
Mtc. 02											

Adendos - Avaliação de Topologias

	Medições para Estrutura 01	Medições para Estrutura 02
Métrica 01	100	30
Métrica 02	1	0,6

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01	[0, 70]										
Mtc. 02	[0, 0,4]										

Adendos - Avaliação de Topologias

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01	[0, 70]	70	0								
Mtc. 02	[0, 0,4]	0,4	0								

Adendos - Avaliação de Topologias

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01	[0, 70]	70	0	1	0						
Mtc. 02	[0, 0,4]	0,4	0	1	0						

Adendos - Avaliação de Topologias

	Peso
Métrica 01	0,3
Métrica 02	0,7

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01	[0, 70]	70	0	1	0	1	0				
Mtc. 02	[0, 0,4]	0,4	0	1	0	0	1				

Adendos - Avaliação de Topologias

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01	[0, 70]	70	0	1	0	1	0	0,3	0		
Mtc. 02	[0, 0,4]	0,4	0	1	0	0	1	0	0,7		

Adendos - Avaliação de Topologias

	Objetivo	Peso	Medições para Estrutura 01	Medições para Estrutura 02
Métrica 01	Maximização	0,3	100	30
Métrica 02	Minimização	0,7	1	0,6

	Distância Abs. Máxima	Mapeamento		Normalização		Complementação		Ponderação		Índice	
		M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02	M. 01	M. 02
Mtc. 01	[0, 70]	70	0	1	0	1	0	0,3	0	0,3	0,7
Mtc. 02	[0, 0,4]	0,4	0	1	0	0	1	0	0,7		

Adendos - Experimentação

1	IMPLANTACAO:	18	DPIC:
2	DESCRICAO_EOS:	19	BENCHMARK:
3	FPP:	20	TxTrafego: 1,0
4	BENCHMARK:	21	DifTxRequisicao: 95,9090
5	TxTrafego: 0,33	22	Tamanho: 1
6	DifTxRequisicao: 1023,3991	23	FM:
7	Tamanho: 1	24	BENCHMARK:
8	CT:	25	TxTrafego: 0,66
9	BENCHMARK:	26	DifTxRequisicao: 78,9368
10	TxTrafego: 1,0	27	Tamanho: 1
11	DifTxRequisicao: 1038,8371	28	IPSH:
12	Tamanho: 1	29	BENCHMARK:
13	DPIA:	30	TxTrafego: 0,66
14	BENCHMARK:	31	DifTxRequisicao: 84,4564
15	TxTrafego: 1,0	32	Tamanho: 1
16	DifTxRequisicao: 44,4051	33	BC:
17	Tamanho: 1	34	BENCHMARK:
		35	TxTrafego: 1,0
		36	DifTxRequisicao: 87,7749
		37	Tamanho: 1

Adendos - Resultados

Composição Candidata	Agregados	Normalização	Complementação	Ponderação	IAT	Função Objetivo
NE EO1 EO6 EO2 { EO3 / EO4 } EO5 EO7 NS	tt: 127,1 dtr: -1853,7 tam: 7	tt: 0 dtr: 1 tam: 0	tt: 1 dtr: 0 tam: 1	tt: 0,333 dtr: 0 tam: 0,333	0,666	1º
NE EO1 EO6 EO2 { EO3 EO5 / EO4 EO5 } EO7 NS	tt: 127,1 dtr: -1932,6 tam: 8	tt: 0 dtr: 0,517 tam: 0,5	tt: 1 dtr: 0,483 tam: 0,5	tt: 0,333 dtr: 0,161 tam: 0,166	0,660	2º
NE EO1 EO2 { EO6 EO3 / EO6 EO4 } EO5 EO7 NS	tt: 138,3 dtr: -1938,2 tam: 8	tt: 0,5 dtr: 0,483 tam: 0,5	tt: 0,5 dtr: 0,417 tam: 0,5	tt: 0,167 dtr: 0,172 tam: 0,166	0,505	3º
NE EO1 EO2 { EO6 EO3 EO5 / EO6 EO4 EO5 } EO7 NS	tt: 138,3 dtr: -2017,1 tam: 9	tt: 0,499 dtr: 0 tam: 1	tt: 0,501 dtr: 1 tam: 0	tt: 0,167 dtr: 0,333 tam: 0	0,500	4º
NE EO1 EO2 { EO3 EO5 EO6 / EO6 EO4 EO5 } EO7 NS	tt: 143,9 dtr: -2017,1 tam: 9	tt: 0,749 dtr: 0 tam: 1	tt: 0,251 dtr: 1 tam: 0	tt: 0,083 dtr: 0,333 tam: 0	0,416	5º
NE EO1 EO2 { EO6 EO3 EO5 / EO4 EO5 EO6 } EO7 NS	tt: 143,9 dtr: -2017,1 tam: 9	tt: 0,749 dtr: 0 tam: 1	tt: 0,251 dtr: 1 tam: 0	tt: 0,083 dtr: 0,333 tam: 0	0,416	5º
NE EO1 EO2 { EO3 EO5 EO6 / EO4 EO5 EO6 } EO7 NS	tt: 149,5 dtr: -2017,1 tam: 9	tt: 1 dtr: 0 tam: 1	tt: 0 dtr: 1 tam: 0	tt: 0 dtr: 0,333 tam: 0	0,333	6º
NE EO1 EO2 { EO3 / EO4 } EO5 EO6 EO7 NS	tt: 149,5 dtr: -1853,7 tam: 7	tt: 1 dtr: 1 tam: 0	tt: 0 dtr: 0 tam: 1	tt: 0 dtr: 0 tam: 0,333	0,333	6º
NE EO1 EO2 { EO3 EO5 / EO4 EO5 } EO6 EO7 NS	tt: 149,5 dtr: -1932,6 tam: 8	tt: 1 dtr: 0,517 tam: 0,5	tt: 0 dtr: 0,483 tam: 0,5	tt: 0 dtr: 0,161 tam: 0,166	0,327	7º

Adendos - Caso de Estudo

- **Máquina #1 (Clientes)**

- Ubuntu 14.04
- Virtualização KVM
- 8 GB RAM DDR3
- Core I3 4010U

- **Máquina #2 (Serviços)**

- Debian 8
- Virtualização KVM
- 8 GB RAM DDR3
- Core I5 3330

Adendos - Caso de Estudo

- **Ferramentas de teste**
 - HTTP-PERF (clientes legítimos)
 - NPING (clientes maliciosos)
- **Configurações do ataque**
 - Visa onerar em demasia os DPLs
 - Indisponibilizando a própria infraestrutura de rede
 - Low-rate (10 Mbps)
 - Pacotes anômalos de 1450 bytes
 - Nunca para de acontecer