

Mapeamento Customizado de Serviços de Rede em Múltiplos Domínios Baseado em Heurísticas Genéticas

Vinicius Fulber-Garcia, Carlos R. P. dos Santos,
Eduardo J. Spinosa, Elias P. Duarte Júnior

Agenda

- **Introdução**
- **Trabalhos Relacionados**
- **GeSeMa: *Genetic Service Mapping***
- **Caso de Estudo**
 - Cenário
 - Experimentação
 - Resultados
- **Considerações Finais**

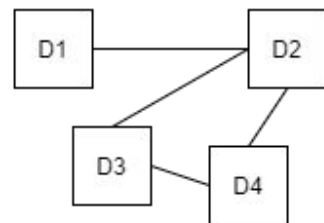
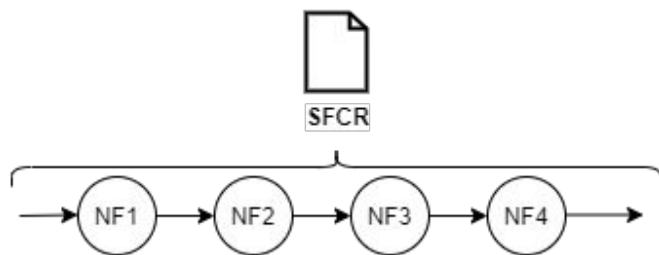
Introdução

- **Infraestrutura de Rede Atual**
 - Equipamentos dedicados
 - Ossificação do núcleo de rede
- **Virtualização de Funções de Rede (NFV)**
 - Desacoplamento da função de rede do equipamento dedicado
 - Utilização de tecnologias de virtualização existentes
 - Serviços de rede (topologias de rede)
- **Implantação de Serviços de Rede**
 - Aquisição, preparação and operacionalização
 - Tarefas inter-relacionadas

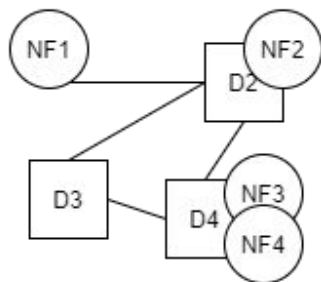
Introdução

- **Alocação de Recursos em NFV (NFV-RA)**
 - “Principal parte do processo de implantação”
 - Constituído por três tarefas:
 - Composição
 - **Integração**
 - Programação da execução
- **Integração**
 - Integração de uma topologia de rede no substrato físico
 - Seleção; **Mapeamento multi-domínio**; Alocação em servidores.
 - Topologias de serviço / Grafos de infraestrutura
 - Políticas e dependências
 - **Funções objetivo**
 - Documentos de requisição

1. REQUISIÇÃO

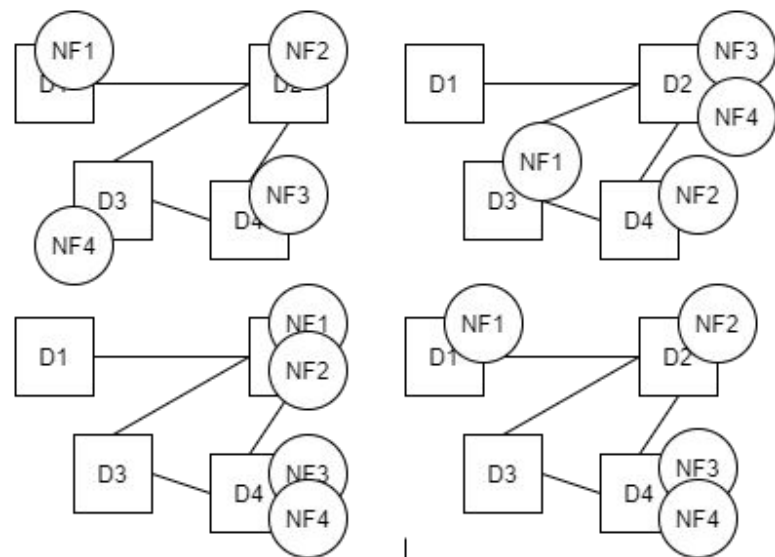


NF1: ...
NF2: ...
NF3: ...
NF4: ...
D1: ...
D2: ...
D3: ...
D4: ...



4. SELEÇÃO

2. GERAÇÃO DE CANDIDATOS



3. AVALIAÇÃO



Introdução

- **Algoritmos Genéticos**

- Princípio da evolução das espécies (Darwiniano)
- Constituição básica dos algoritmos:
 - Indivíduos
 - Cromossoma
 - Genes
 - Alelos
- Otimização (NSGAI e SPEA2)

- **Algoritmos Genéticos em NFV**

- *A model based on genetic algorithm for service chain resource allocation in NFV*
- *A multi-objective non-dominated sorting genetic algorithm for VNF chains placement*
- *Utilization-aware Virtual Network Function Placement Using NSGA-II Evolutionary Computing*

Trabalhos Relacionados

- Soluções Centralizadas

- [Dietrich]
 - (**Minimização**) Custos financeiros; Número de domínios; Consumo de recursos.
 - (**Maximização**) Pesos de adequabilidade.
- [Riera]
 - (**Minimização**) Custos financeiros; Atraso de transmissão; Consumo de recursos.
- [Wang]
 - (**Minimização**) Custos financeiros; Consumo de *slots* de frequência.

- Soluções Distribuídas

- [Abujoda]
 - (**Minimização**) Custos financeiros; Carga intra/inter-domínio.
- [Zhang]
 - (**Limitação**) Número de funções por domínio.

Mapeamento Multi-domínio

Problemas?

PERSONALIZAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO

- Métricas de avaliação estáticas
- Objetivos de avaliação estáticos

PERSONALIZAÇÃO DA EXECUÇÃO

- Pouco controle do modo de execução da soluções (*e.g.*, tempo de execução).
- Incapaz de adaptar-se à cenários com muitos/poucos recursos computacionais.





GeSeMa: *Genetic Service Mapping*

Solução para o mapeamento multi-domínio de serviços virtualizados de rede que permite a personalização do processo como um todo.

GeSeMa: *Genetic Service Mapping*

- **Flexibilidade de Configuração**

- Adaptação de características de execução da solução
 - Tamanho da população (5, 10, 25, 50, 100...)
 - Quantidade de gerações (50, 100, 1000, 10000, 1000000...)
 - Operações genéticas (operadores de mutação e cruzamento)
 - Estratégia de avaliação (NSGAI e SPEA2)

- **Flexibilidade de Avaliação**

- Avaliação multi-critério baseado em Fronteiras de Pareto
 - Múltiplas métricas com diferentes granularidades
 - Conjunto de avaliação definido pelo usuário
 - Objetivos de avaliação definidos pelo usuário
- Métricas locais e métricas de transição
- Suporte a topologias ramificadas (terminais ou não)

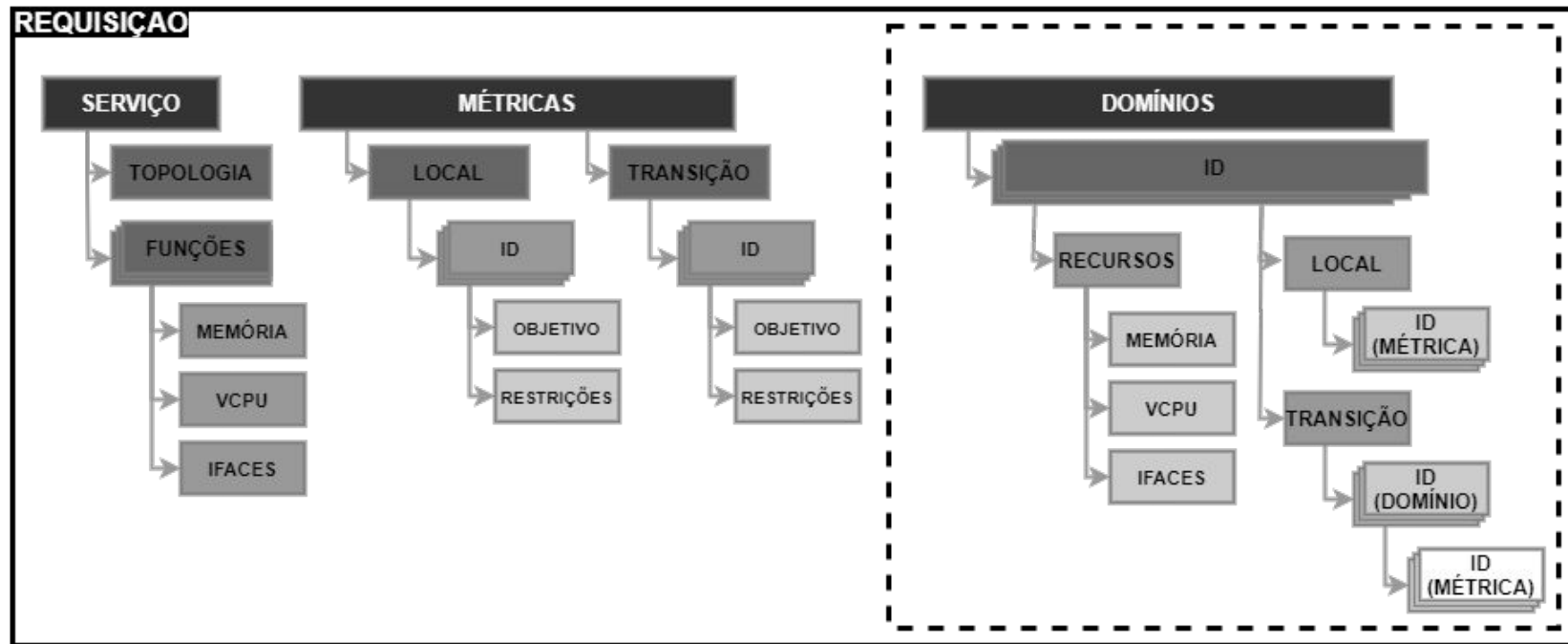
SCAG: *Service ChAin Grammar*

- **Modelo de Especificação de Topologias de Serviço**
- **Gramática Livre de Contexto**
- **Suporte à:**
 - Dependência de infraestrutura (domínios)
 - Estruturas de ramificação genéricas (terminais, não-terminais e aninhadas)

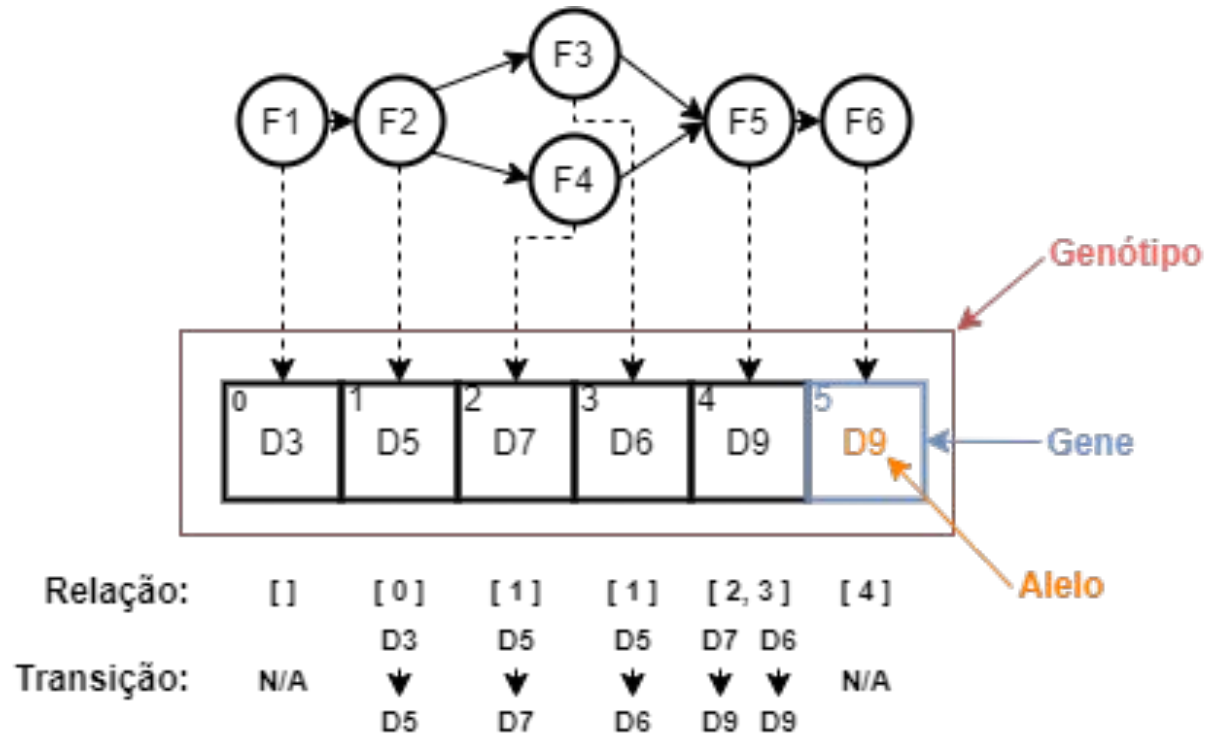
```
1 INICIO → 'NE' BLOCOOP
2 BLOCOOP → RAMIFICACAOT | RAMIFICACAONT | BLOCOTP BLOCOOP | BLOCOTP
   NS
3 BLOCOOPR → RAMIFICACAONTINT | BLOCOTP BLOCOOPR | BLOCOTP
4 BLOCOTP → ORDEMP | FUNC1
5 ORDEMP → '[' FUNC1 PFUNC1 ']' EXCECAO | '[' FUNC1 PFUNC1 ']'
6 EXCECAO → '(' FUNC FUNC ')' EXCECAO | '(' FUNC 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 Model*



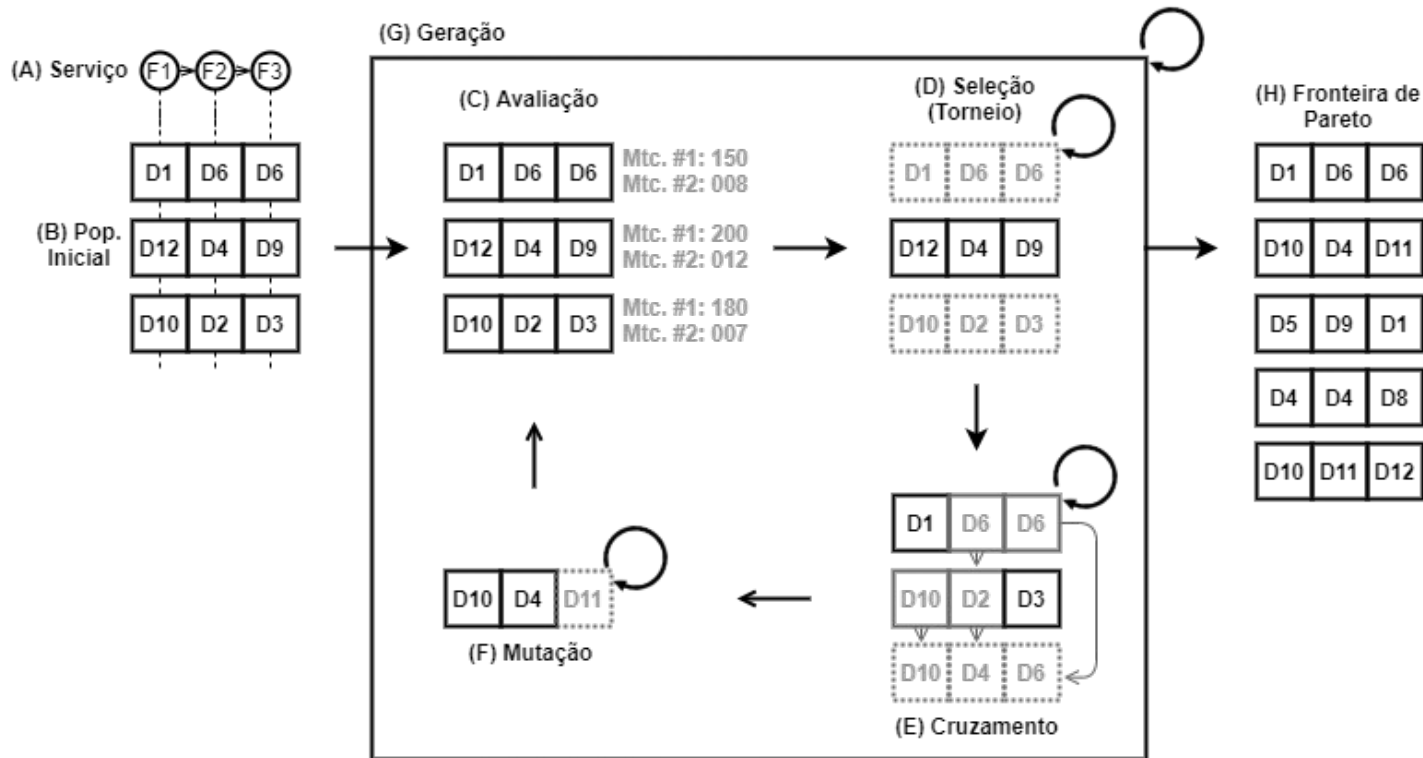
GeSeMa: *Genetic Service Mapping*



GeSeMa: *Genetic Service Mapping*

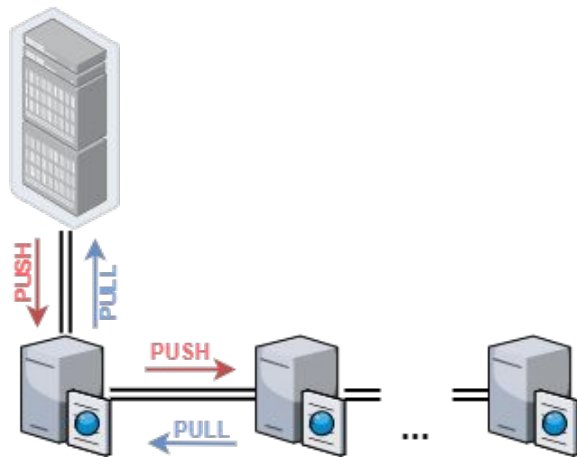
- **Execução em Dois Processos**
 - **Proc. #1:** validação e aplicação da requisição e configurações genéticas
 - **Proc. #2:** criação e evolução da população
- **Validação e Aplicação da Requisição e Configurações Genéticas**
 - Análise do parâmetros de entrada
 - Validação da topologia e dos domínios requisitados
 - Preparação das funções objetivos a serem avaliadas
- **Criação e Evolução da População**
 - Cinco etapas principais para geração de candidatos
 - Quatro etapas com processo iterativo e repetitivo
 - Evolução de candidatos

GeSeMa: *Genetic Service Mapping*



Estudo de Caso [Cenário]

- **Serviço de Caches Multimídia Hierarquizadas**
 - Topologia linear
 - Primeira função mestre (recebe atualizações do servidor)
 - *Pull/Push* de conteúdo multimídia entre caches vizinhas
 - Topologias com 7, 9, e 11 funções de rede
 - Limitação: uma cache por domínio
- **Ambiente de Virtualização Multi-domínio**
 - Topologia de rede com 30 domínios
 - Grafo completo
- **Conjunto de Avaliação**
 - Capacidade dos canais (maximização)
 - Distância geográfica (maximização)



Estudo de Caso [Experimentação]

- **Configurações do Algoritmo Genético**

- **Algoritmo:** SPEA2
- **Cruzamento:** SBX
- **Taxa de Cruzamento:** 0.3
- **Mutação:** Redefinição
- **Taxa de Mutação:** 0.05
- **Seleção:** Torneio binário
- **População:** 50

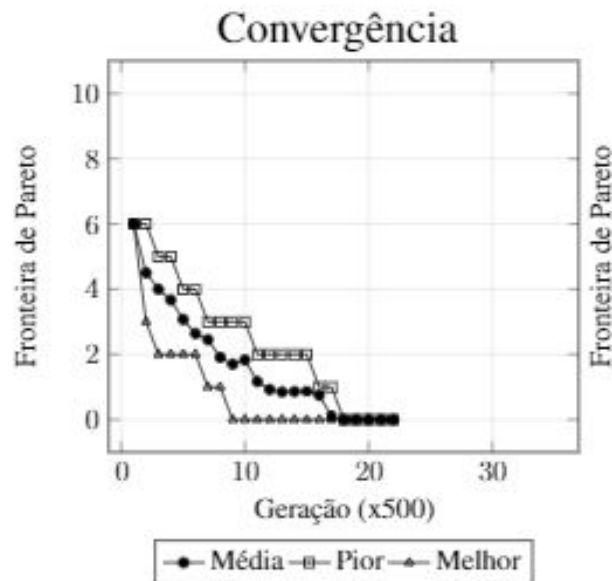
- **Configurações de Equipamento**

- Intel Core I5-3330 (3.0 GHz)
- 8GB RAM (DDR3, 1333 MHz)

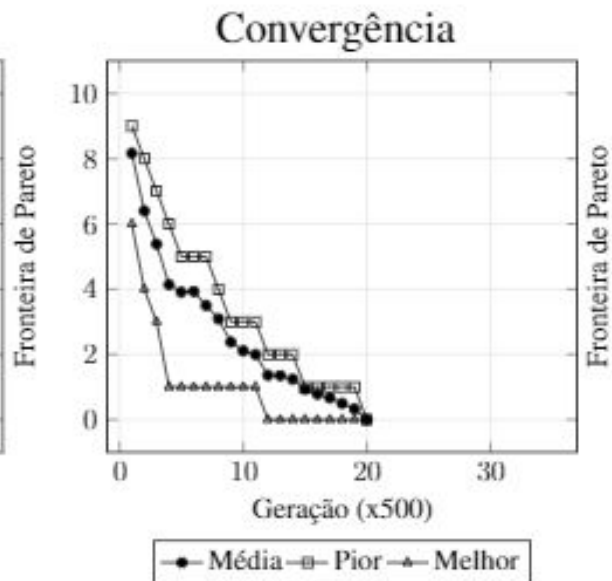
- **Objetivo**

- Avaliar a viabilidade e a capacidade de geração de candidatos da solução

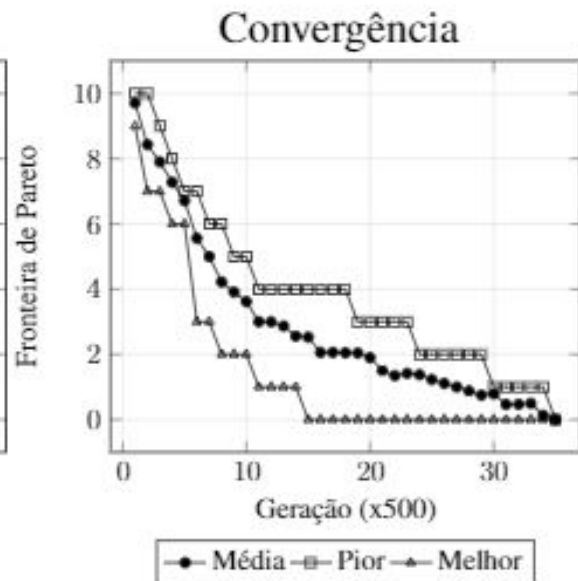
Estudo de Caso [Resultados]



7 Funções



9 Funções

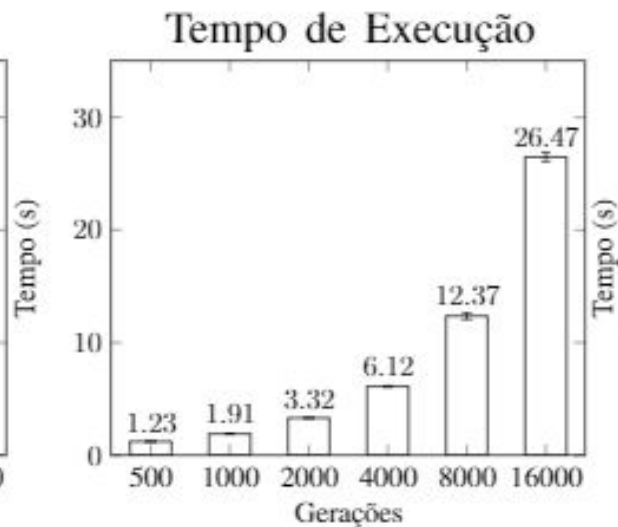


11 Funções

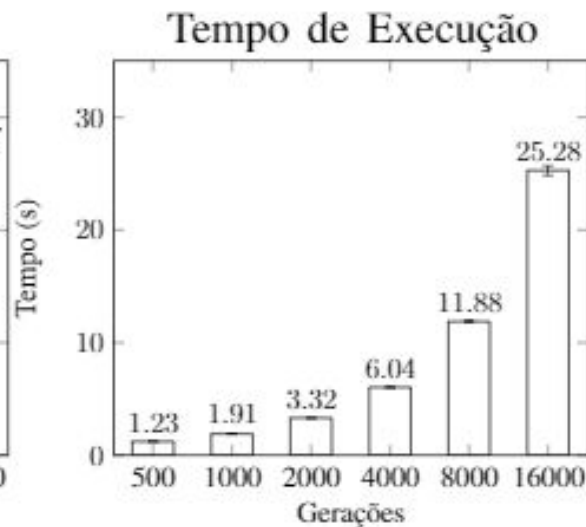
Estudo de Caso [Resultados]



7 Funções



9 Funções



11 Funções

Considerações Finais

- **Geração de Candidatos Correta**
 - Todos os mapeamento provêm o mesmo serviço
 - Todos os mapeamentos respeitam as limitações impostas
- **Evolução de Candidatos Notável**
 - A solução converge para melhores candidatos ao decorrer do tempo
 - Dado um tempo suficiente, com boa probabilidade, a fronteira de Pareto será encontrada
- **Trabalhos Futuros**
 - Implementação de “re-implantação”
 - Aproveitamento de candidatos passados como população inicial
 - Integração com *marketplaces* e provedores
 - “*Deployment-as-a-Service*”

Mapeamento Customizado de Serviços de Rede em Múltiplos Domínios Baseado em Heurísticas Genéticas

Obrigado!!

Vinicius Fulber-Garcia
vfgarcia@inf.ufpr.br

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