

# Prototipação de Solução de Roteamento de Fonte para Suporte à Engenharia de Tráfego em Ciência de Dados Intensiva

*Domingos Jose Pereira Paraíso<sup>1</sup>, Everson Borges<sup>1, 2</sup>, Edgard Pontes<sup>2</sup>,  
Cristina Klippel Domincini<sup>1</sup>, Magnos Martinello<sup>2</sup>, Moises Ribeiro<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)*

*<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)*

# Agenda

- Motivação
- Requisitos
- Protocolo PolKA
- Ambiente Virtual
- Experimentos
- Conclusões

# Motivação

- Ciência de Dados Intensiva (Data Intensive Science)
- Pesquisas científicas
  - Conjunto de dados na escala de petabytes
  - Colaboração entre instituições/pesquisadores
    - Muitas vezes geograficamente dispersos
  - Disponibilidade em tempo hábil dos resultados

# Requisitos

- Troca de grandes volumes → menor tempo possível;
- Uso de diversos fluxos agregados;
- Largura de banda disponível  $\approx$  capacidade total;
- Utilizar todos os caminhos disponíveis;
- Tolerância à falhas;
- Roteamento baseado em políticas → classes de fluxos;
- Administração → centralizada, ágil e simplificada;

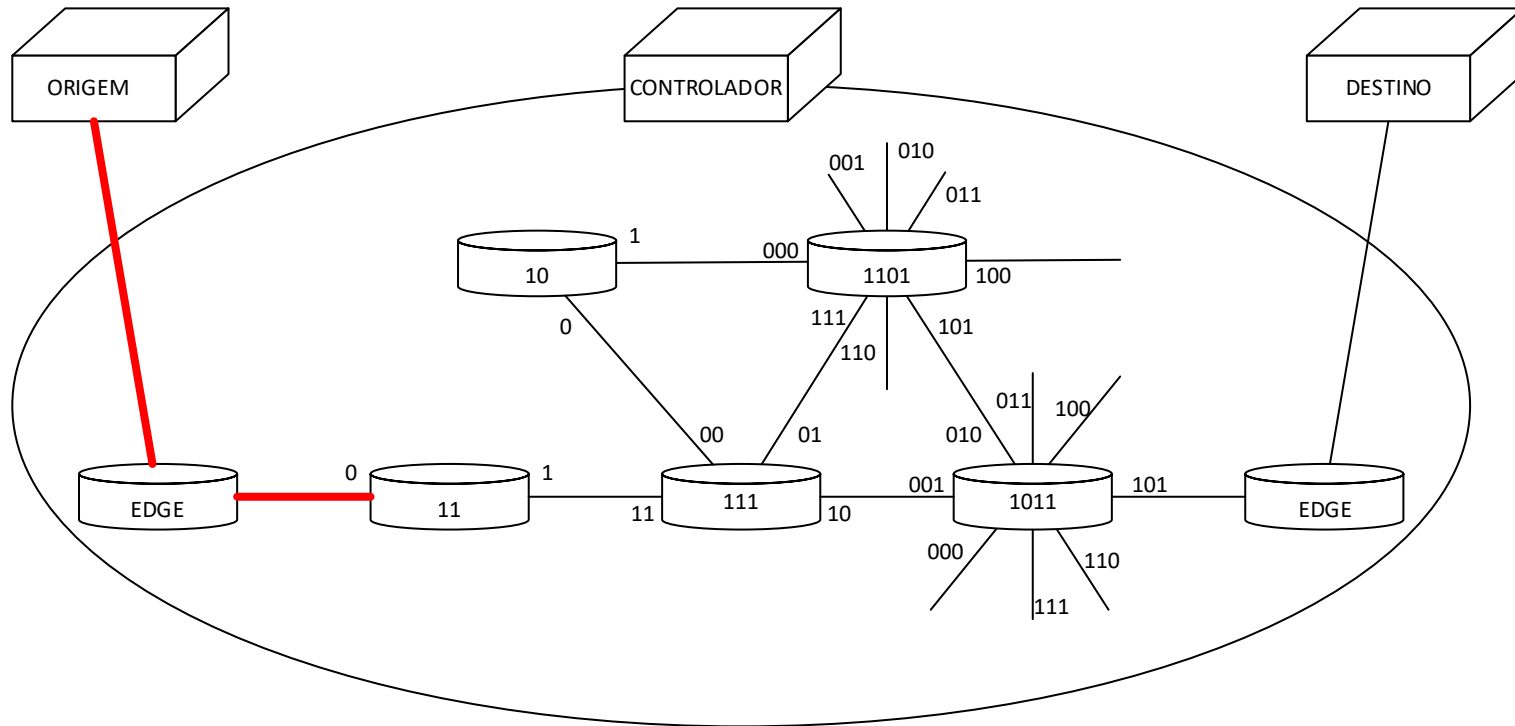
# Requisitos

- Uso de Engenharia de Tráfego (TE) para atender os requisitos
  - Fragilidade dos protocolos tradicionais
    - Atualizar dinamicamente os melhores caminhos
  - Alternativa: uso de roteamento na fonte
- Mecanismos propostos:
  - i) configuração simples de túneis
  - ii) classificação de fluxos de tráfego/classes de serviço
  - iii) seleção e migração ágil de caminhos (políticas)

# Protocolo PolKA

- Roteamento de fonte do tipo Strict Source Routing
- Utiliza o Teorema dos Restos Chinês (CRT) para calcular os IDs
- Cada rota recebe um routeID inserido na borda
- Resto da divisão  $\text{routeID}/\text{nodeID} = \text{portID}$
- Não faz o repacking

# Protocolo PolKA



routeID = 10000

$\text{RESTO}(\text{routeID}/\text{nodeID}) = \text{portID}$

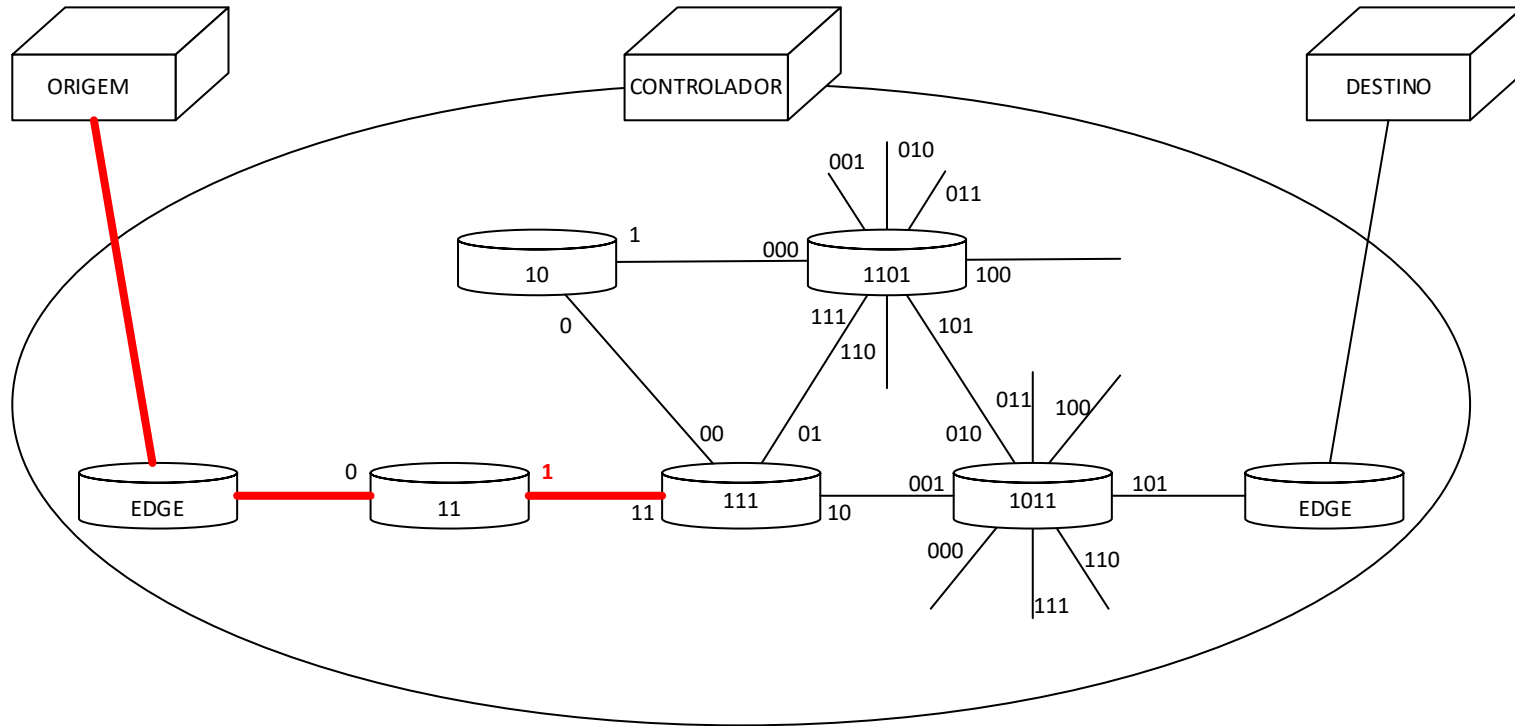
$\text{RESTO}(10000/11) = 1$



INSTITUTO  
FEDERAL  
Espírito Santo



# Protocolo PolKA



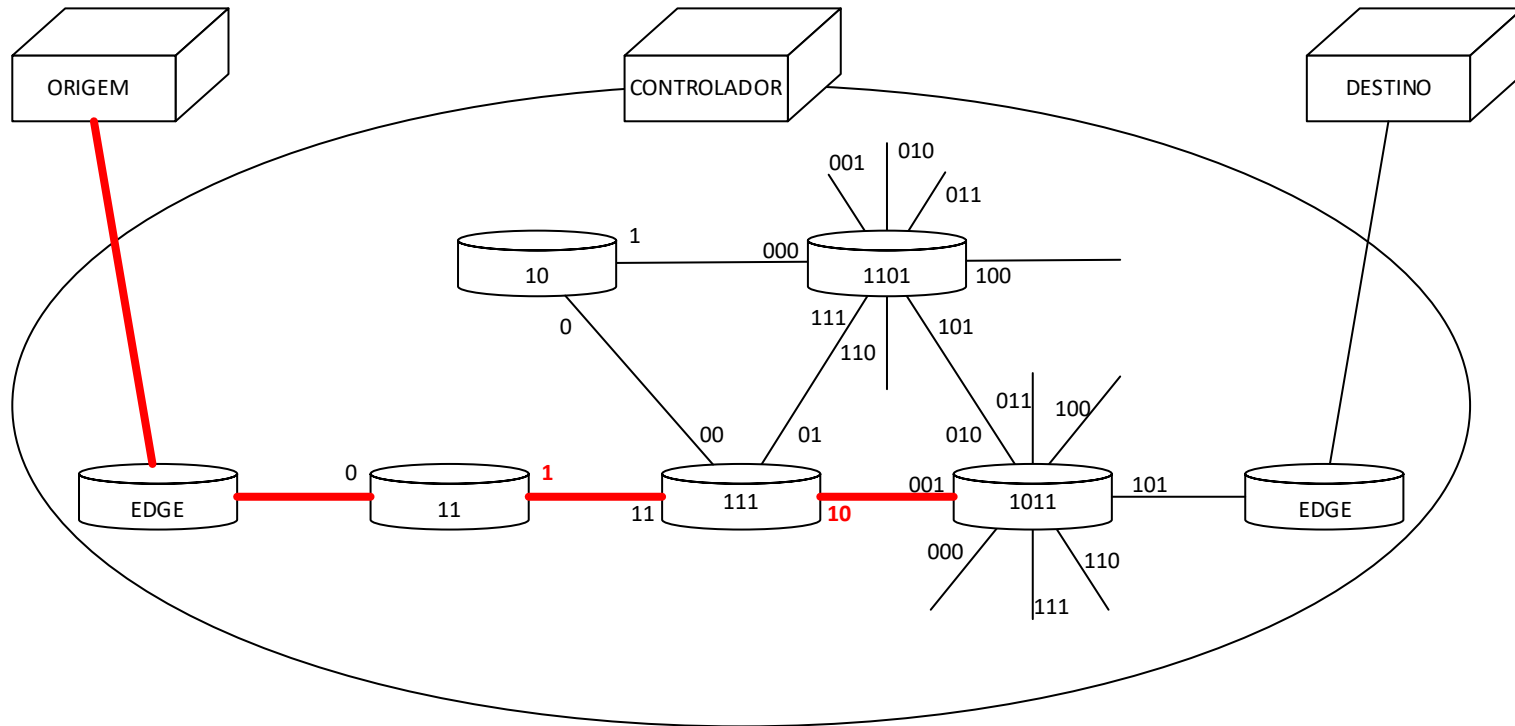
routeID = 10000

$\text{RESTO}(\text{routeID}/\text{nodeID}) = \text{portID}$

$\text{RESTO}(10000/111) = 10$



# Protocolo PolKA



routeID = 10000

$\text{RESTO}(\text{routeID}/\text{nodeID}) = \text{portID}$

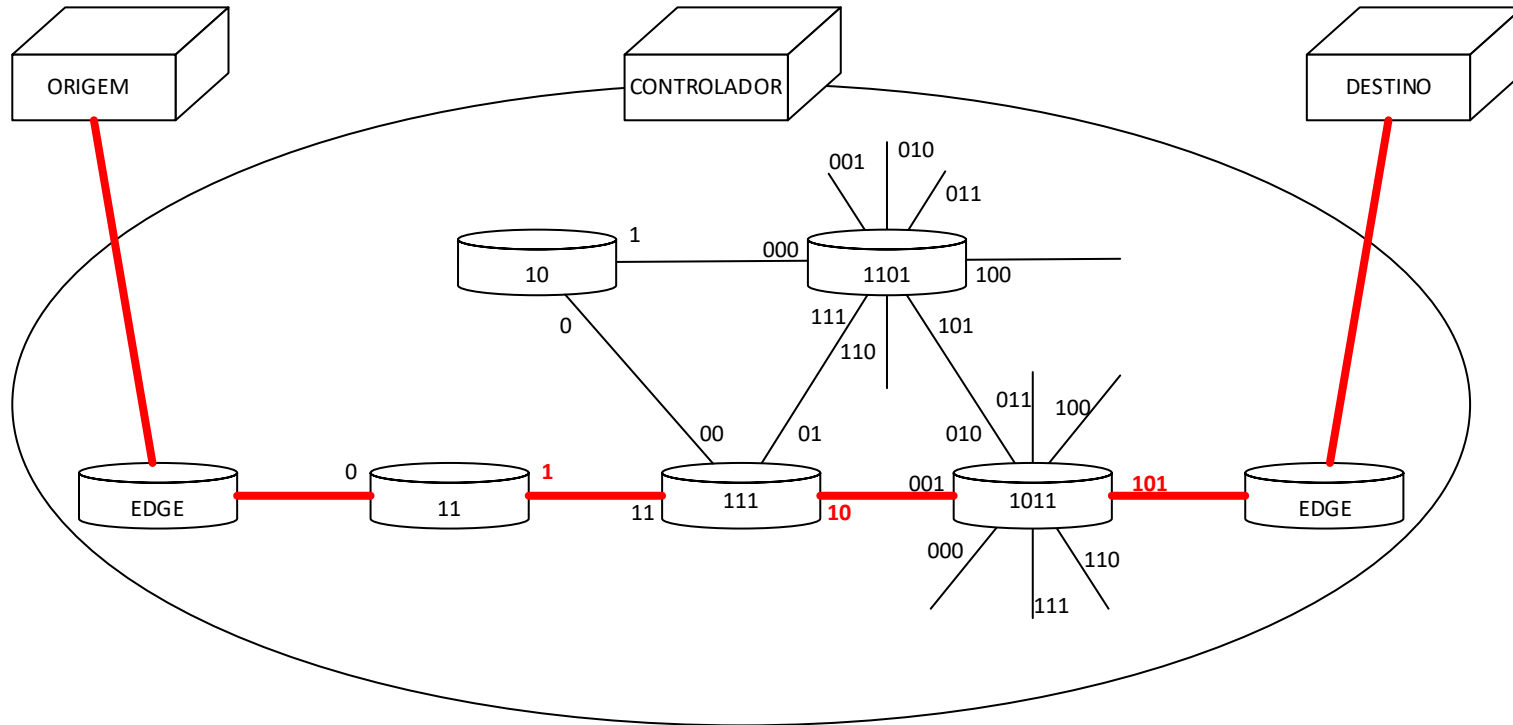
$\text{RESTO}(10000/1011) = 101$



INSTITUTO  
FEDERAL  
Espírito Santo



# Protocolo PolKA



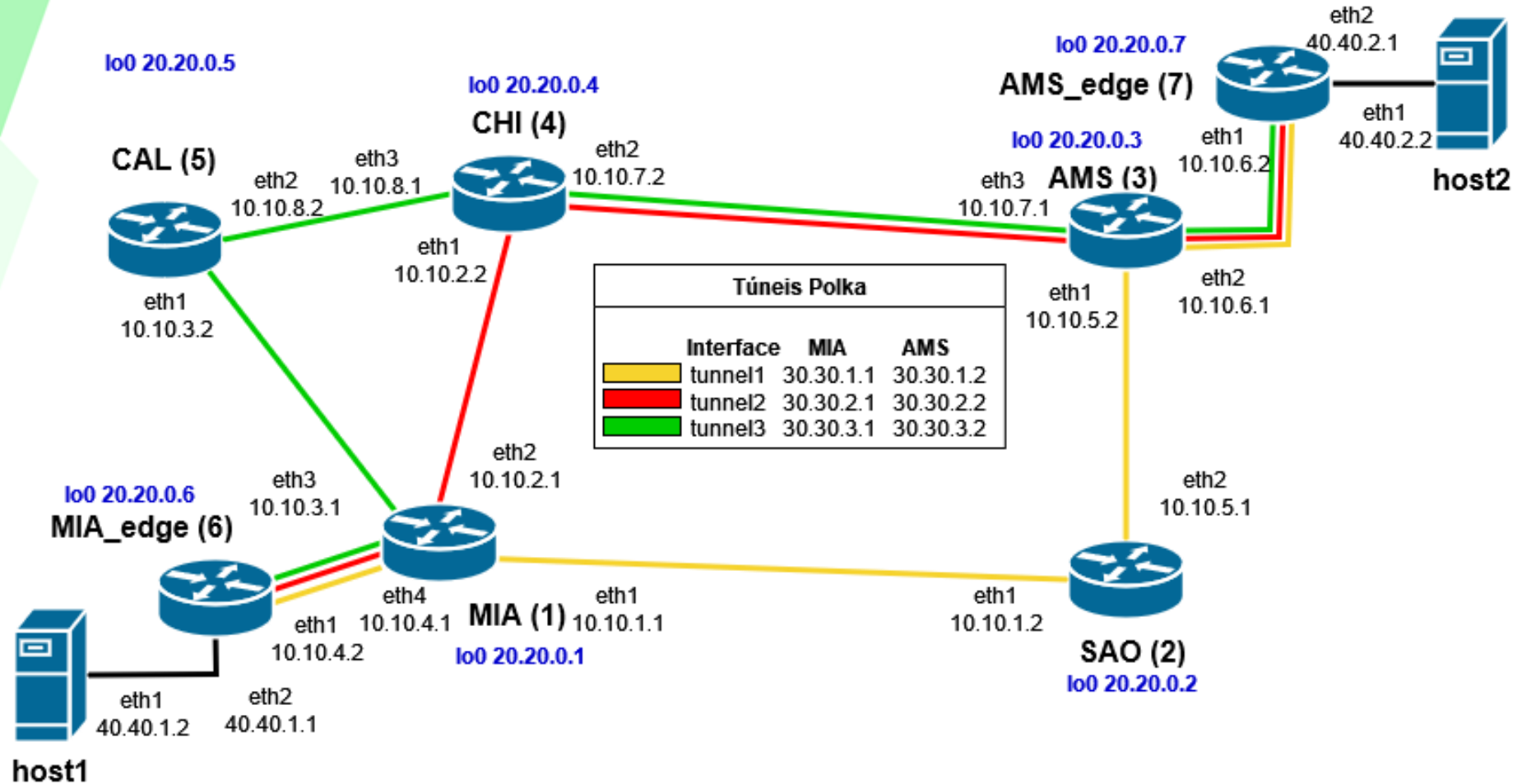
routeID = 10000

RESTO(routeID/nodeID) = portID

# Ambiente Virtual

- RARE/freeRtr – “O canivete suíço de redes”
  - Software de controle de rede
    - Emular redes/plano de controle para dispositivos de hardware
    - Roda como um processo no Linux
- Hardware
  - Core i7 (7th Gen), 12Gb RAM, Linux Debian 11, VirtualBox 7
- Topologia → subconjunto do testbed Global P4 Lab
- Instalação
  - Instalar SO Debian 11 e RARE/freeRtr em uma VM
  - Replicação para outras
  - Configuração totalmente feita por scripts

# Ambiente Virtual



# Ambiente Virtual

```
interface tunnel1
description POLKA tunnel MIA -> SAO -> AMS
tunnel vrf v1
tunnel source loopback0
tunnel destination 20.20.0.7
tunnel domain-name 20.20.0.1 20.20.0.2 20.20.0.3
tunnel mode polka
vrf forwarding v1
ipv4 address 30.30.1.1 255.255.255.252
no shutdown
no log-link-change
exit
```

```
interface tunnel2
description POLKA tunnel MIA -> CHI -> AMS
tunnel vrf v1
tunnel source loopback0
tunnel destination 20.20.0.7
tunnel domain-name 20.20.0.1 20.20.0.4 20.20.0.3
tunnel mode polka
vrf forwarding v1
ipv4 address 30.30.2.1 255.255.255.252
no shutdown
no log-link-change
exit
```

```
interface tunnel3
description POLKA tunnel MIA -> CAL -> CHI -> AMS
tunnel vrf v1
tunnel source loopback0
tunnel destination 20.20.0.7
tunnel domain-name 20.20.0.1 20.20.0.5 20.20.0.4 20.20.0.3
tunnel mode polka
vrf forwarding v1
ipv4 address 30.30.3.1 255.255.255.252
no shutdown
no log-link-change
exit
```



INSTITUTO  
FEDERAL  
Espírito Santo



# Experimentos [1]

## Migração ágil para um caminho de menor latência

Túnel MIA-SAO-AMS com alta latência

Trocamos para MIA-CHI-AMS

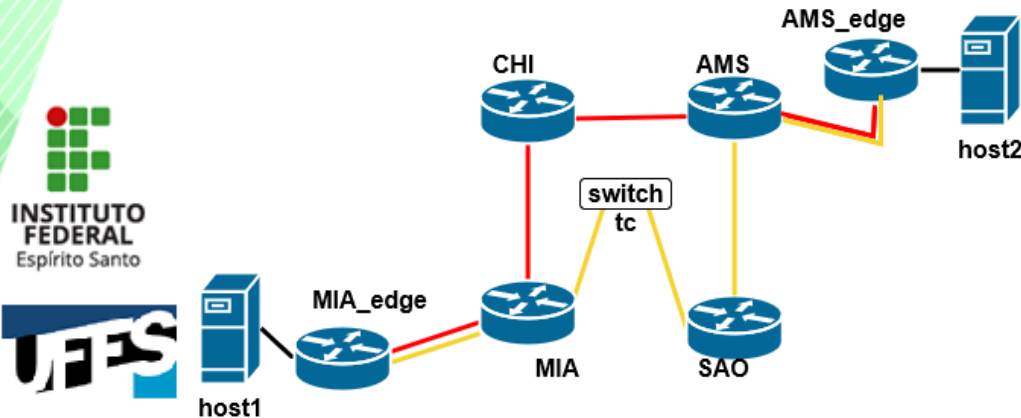
**No EDGE**

**Usando túnel MIA-SAO-AMS**

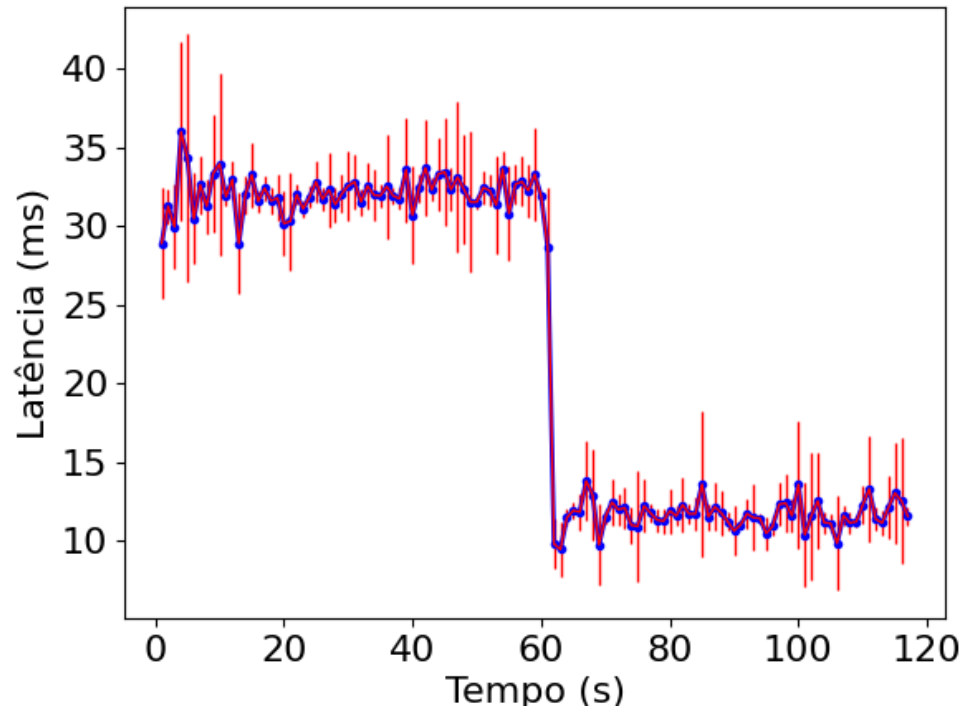
ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.1.2

**Usando túnel MIA-CHI-AMS**

ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.2.2



Diminuição da latência com migração de túnel



# Experimentos [2]

## Resposta ágil da rede na troca de caminhos para um fluxo de dados

Alternamos entre os 3 túneis

Observamos a vazão

### No EDGE

**Usando túnel MIA-SAO-AMS**



ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.1.2

**Usando túnel MIA-CHI-AMS**

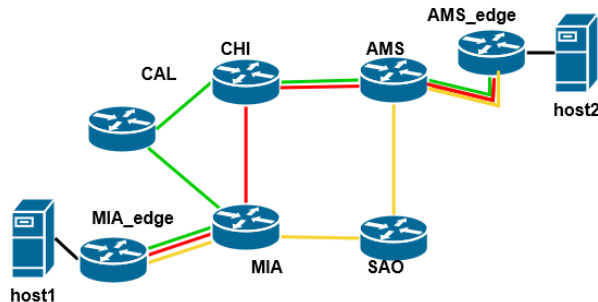


ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.2.2

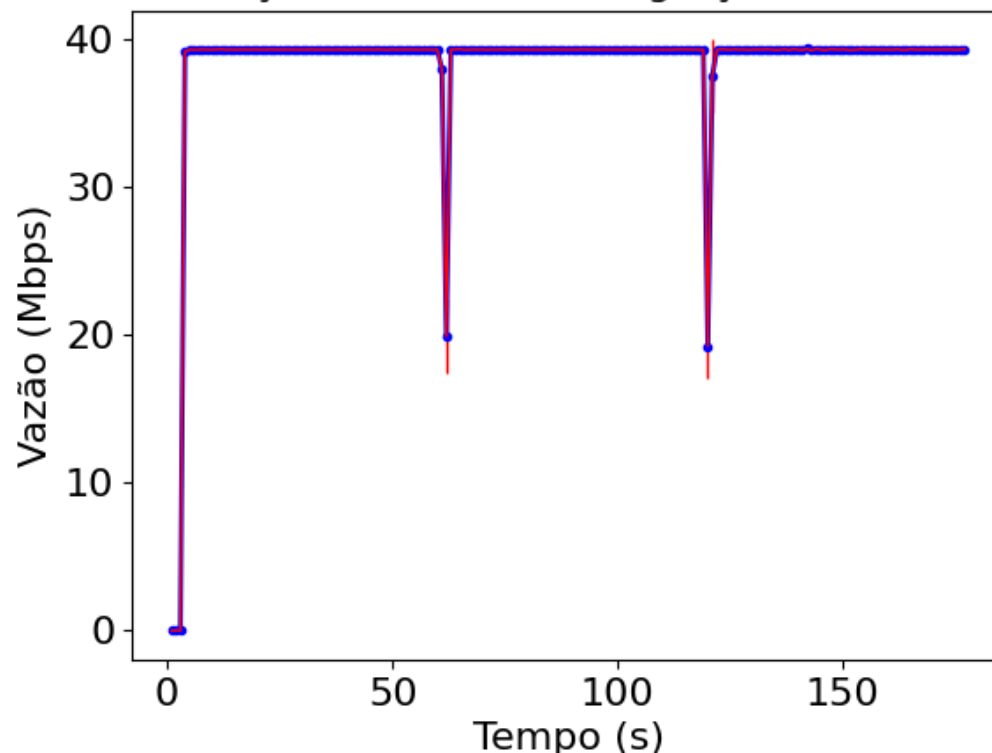
**Usando túnel MIA-CAL-CHI-AMS**



ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.3.2



Reação a falhas com migração de túnel



# Experimentos [3]

## Distribuição de fluxos por caminhos distintos

Iniciamos com 3 fluxos no mesmo túnel

Migramos os fluxos usando PBR

**No EDGE**

**Usando túnel MIA-SAO-AMS**

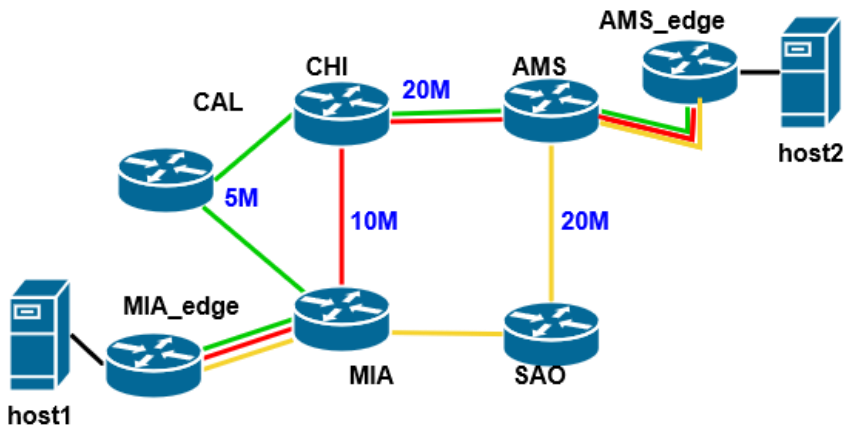
ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.1.2

**Usando túnel MIA-CHI-AMS**

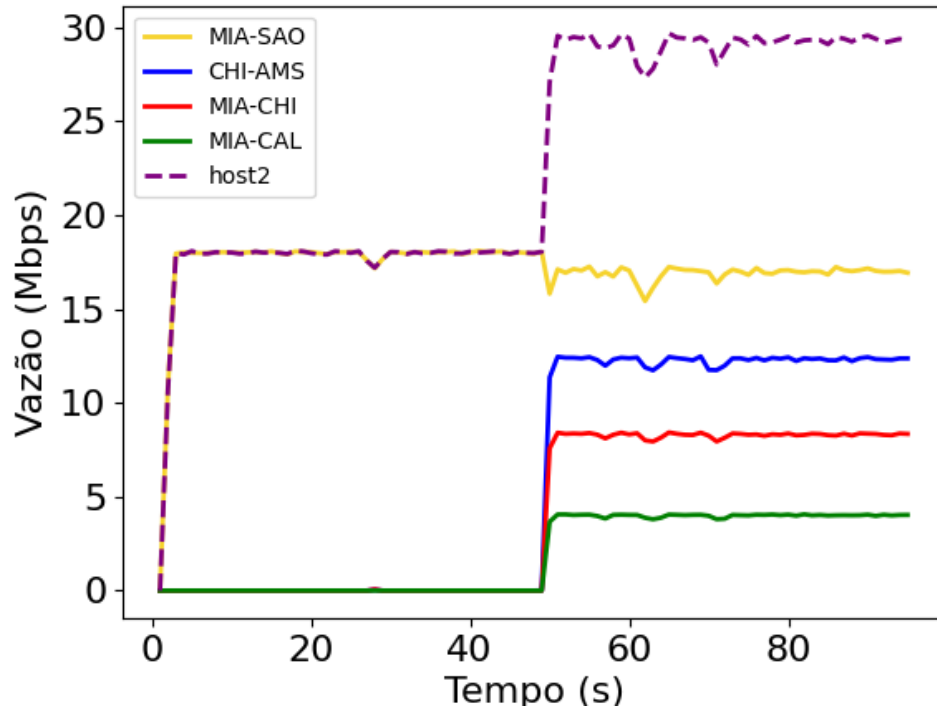
ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.2.2

**Usando túnel MIA-CAL-CHI-AMS**

ipv4 pbr v1 sequence 10 polka v1 nexthop 30.30.3.2



Agregação de fluxos com uso de políticas





# Conclusões

- O ambiente permite a criação de experimentos complexos
  - Não suporta altas taxas de transferência por limite de hardware
- O protocolo PolKA é capaz de atender os requisitos de DIS
- Trabalhos futuros:
  - Replicar o ambiente no OpenStack
    - > Escalabilidade
    - > Volume de dados
  - Transferir os ambiente para um testbed físico
    - Comparar o PolKA com outros protocolos de SR

# Obrigado pela atenção

**Contatos:**

**domingos.paraíso@gmail.com**

**cristina.dominicini@ifes.edu.br**

*Agradecemos a FAPES e a CAPES (processo 2021-2S6CD, FAPES 132/2021) por meio do PDPG (Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação, Parcerias Estratégicas nos Estados) e as agências: FAPESP/MCTI/CGI.br (PORVIR-5G 20/05182-3, SAWI 20/05174-0) e FAPES (94/2017, 281/2019, 515/2021, 284/2021, 06/2022, 1026/2022, 941/2022). Este trabalho recebeu apoio do 2021 Google Research Scholar Award.*