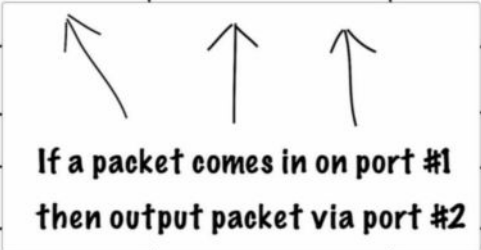


Contando os segundos: avaliação de estratégias de domínio temporal para a gerência de regras em redes SDN

Header Fields	Actions	Priorities
if in_port = 1	output:2	100



If a packet comes in on port #1
then output packet via port #2

Miguel Neves

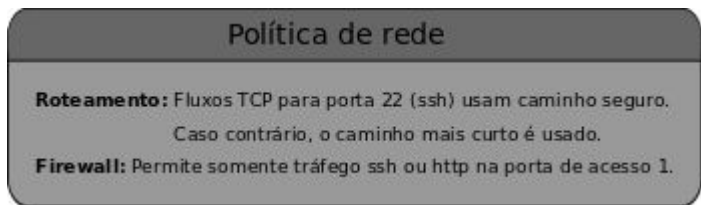
Rodrigo Oliveira, Fabrício Mazzola

Daniel Marcon, Luciano Gaspar

Marinho Barcellos

SDN: aspectos relevantes

- Expressão de políticas por meio de regras de encaminhamento
- Controle da rede com granularidade fina
 - Cada fluxo pode ser tratado individualmente
 - Encaminhamento pode ser feito com base em mais de 40 campos de cabeçalho [ONF 2015]
- Explosão do número de regras



Regras de encaminhamento

In port	TCP dst	Ação
*	22 (ssh)	out_sec_path()
*	80 (http)	out_short_path()
1	*	block()
*	*	out_short_path()



Técnicas para gerência de regras

- **Agregação** [Shirali-Shahreza and Ganjali, 2015]
 - Permite que uma regra seja usada para controlar múltiplos fluxos
 - Reduz a granularidade de controle
- **Posicionamento** [Nguyen et al. 2015]
 - Permite balancear o uso das tabelas na rede
 - Aplica desvios no caminho dos pacotes
- **Controle do tempo de duração**
 - Estabelece a melhor duração para cada regra
 - Evita que regras desnecessárias permaneçam instaladas nos dispositivos

**Domínio
espacial**

**Domínio
temporal**

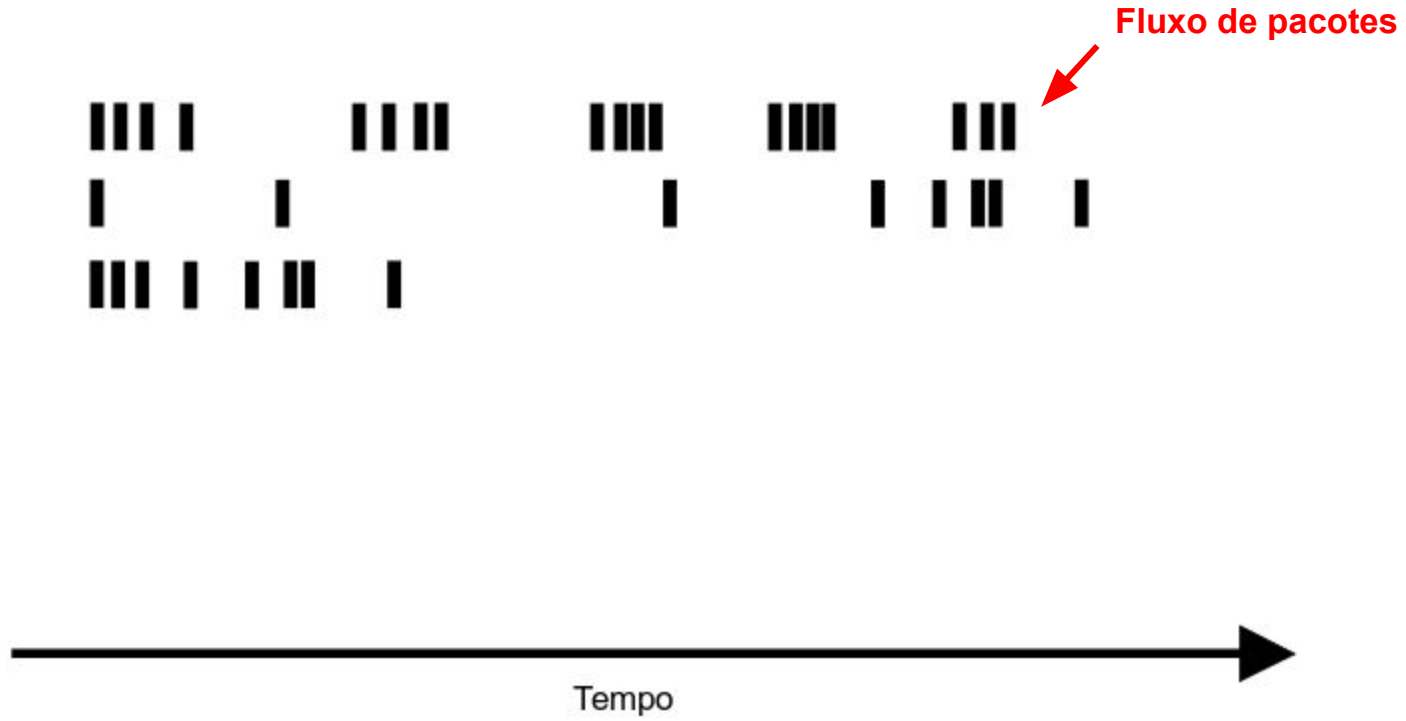
Sumário

- **Estratégias de domínio temporal**
 - Propriedades gerais
 - Descrição
- Avaliação
- Resultados
- Conclusão

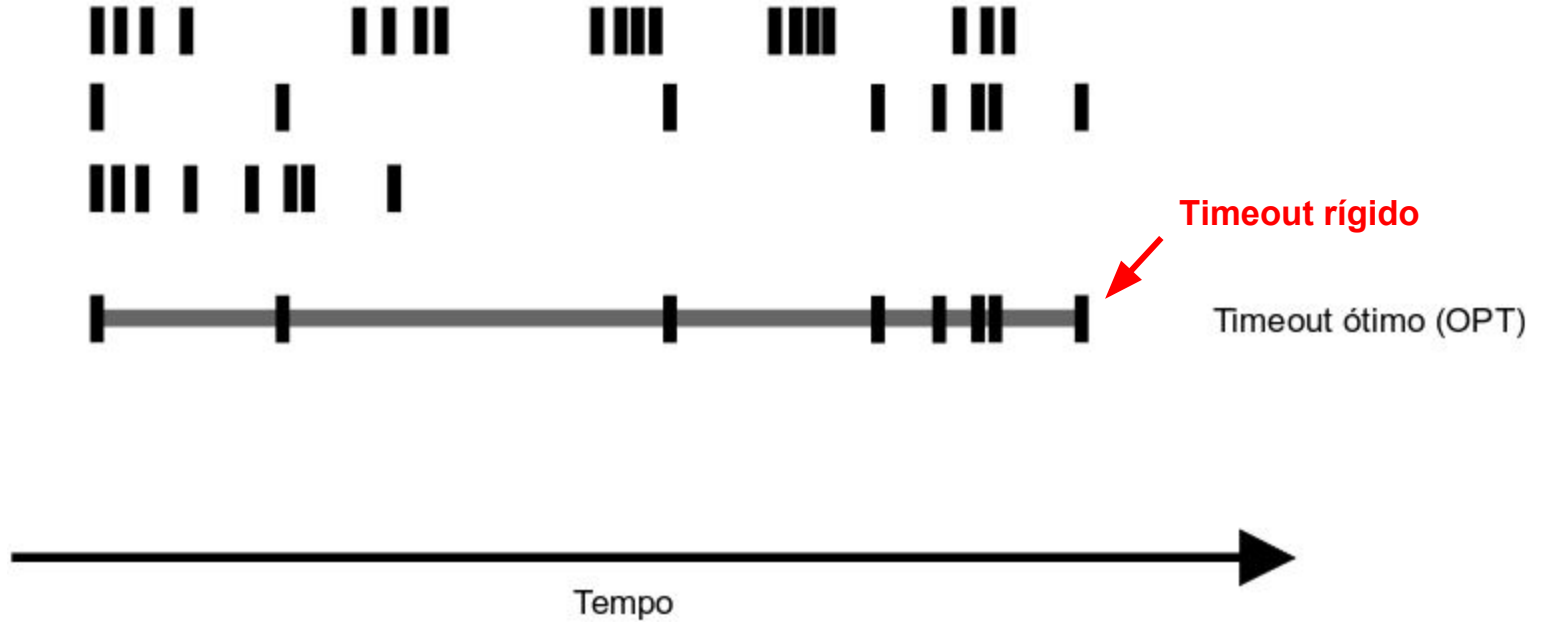
Propriedades gerais

- Natureza do tempo de duração (*timeout*)
 - Estático *versus* dinâmico
 - Por inatividade (*idle*) *versus* rígido (*hard*)
- Algoritmo de cache de regras
 - Utilizado quando a tabela de fluxos está cheia
 - Define regra a ser retirada para instalação de uma nova
- Nível de conhecimento sobre o estado dos fluxos
 - Alto: considera informações sobre o tráfego em geral (p.ex., bytes transmitidos, frequência de pacotes)
 - Baixo: não considera informações sobre o tráfego

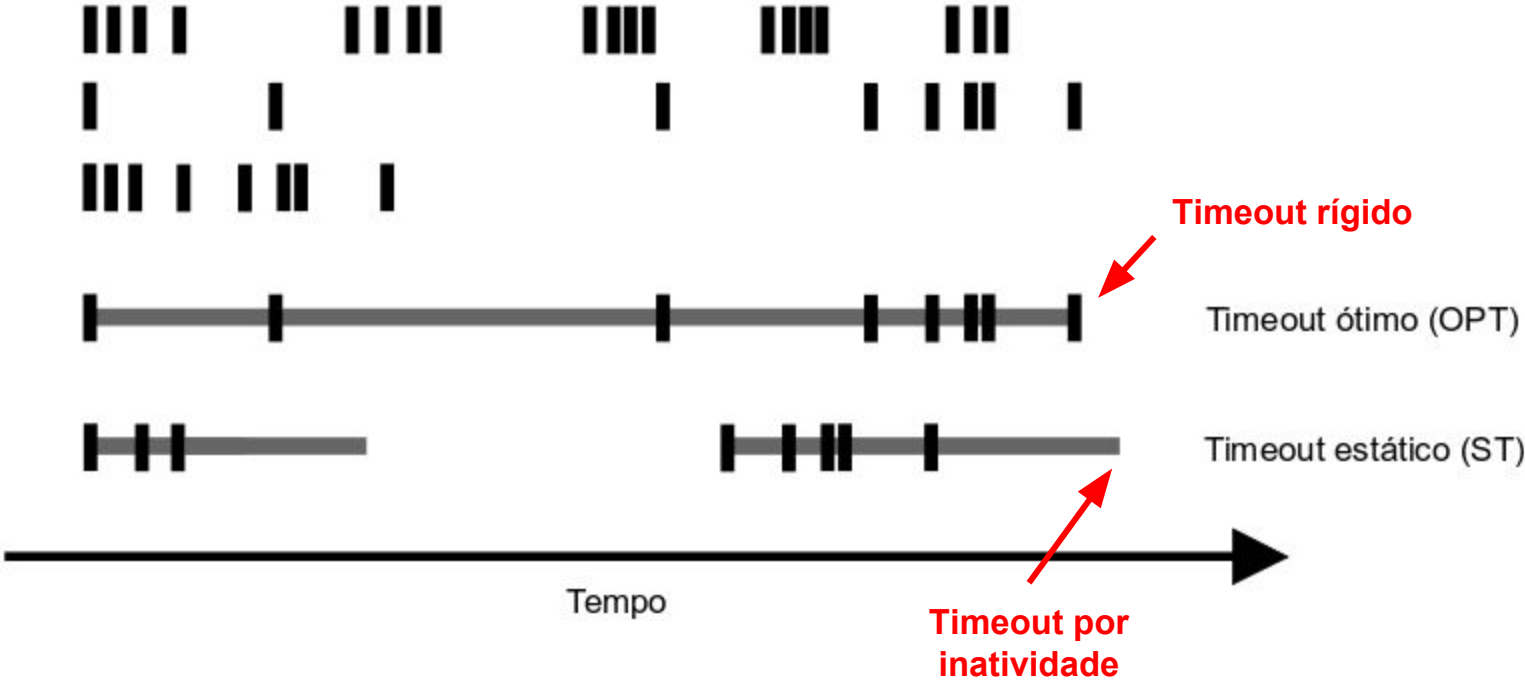
Descrição



Descrição



Descrição



Descrição

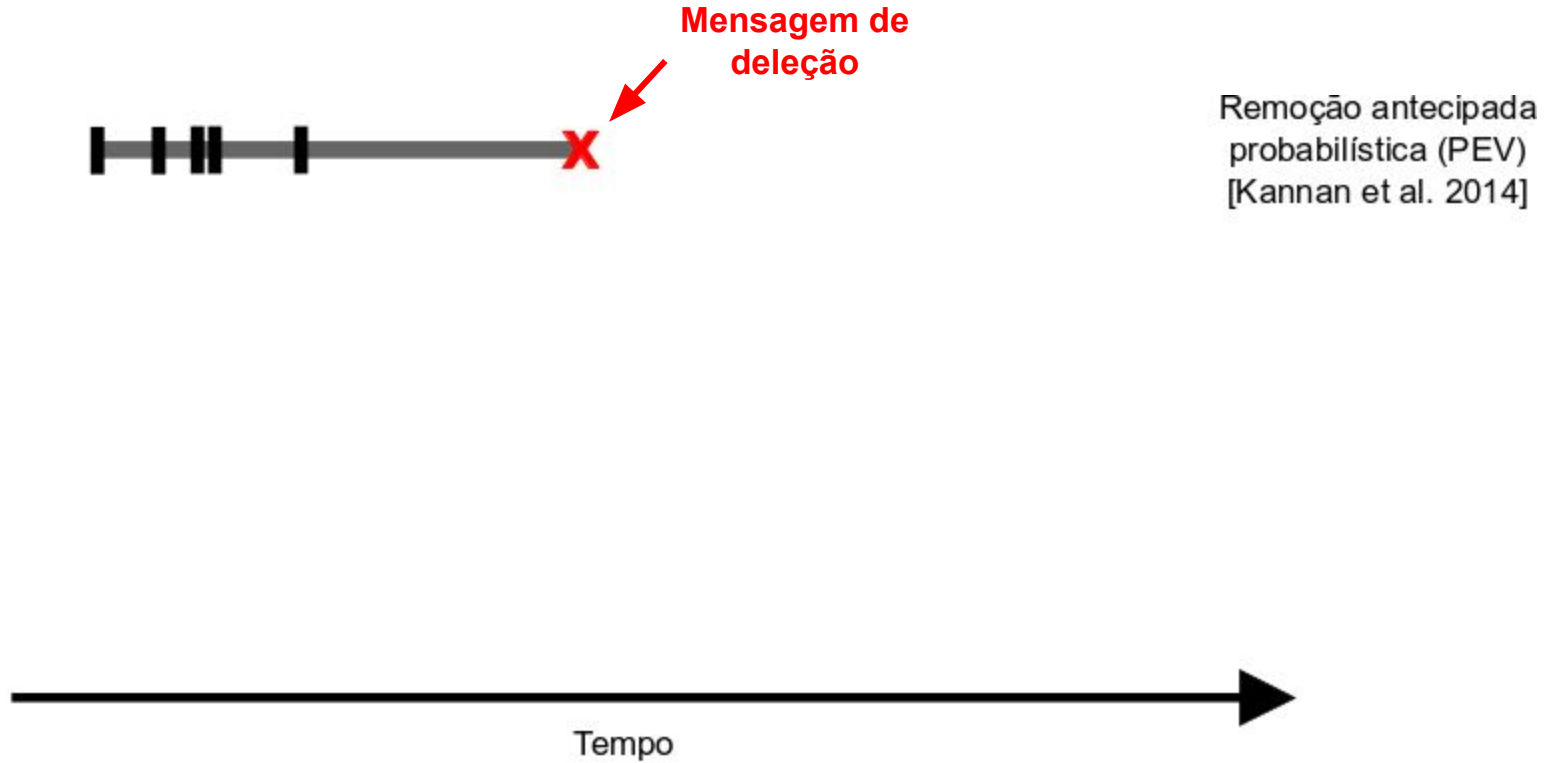


Remoção antecipada
probabilística (PEV)
[Kannan et al. 2014]



Tempo

Descrição



Descrição



Remoção antecipada
probabilística (PEV)
[Kannan et al. 2014]



Incremento
adaptativo (AI)
[Vishnoi et al. 2014]



Tempo

Descrição



Remoção antecipada
probabilística (PEV)
[Kannan et al. 2014]



Incremento
adaptativo (AI)
[Vishnoi et al. 2014]



Timeout rígido
adaptativo (AHT)
[Zhang et al. 2014]



Tempo

Descrição

Estratégia	Natureza do timeout	Algoritmo de cache	Conhecimento sobre o estado dos fluxos
ST	Estático Inatividade	Aleatório	Baixo
PEV	Estático Inatividade	LRU	Alto
AI	Dinâmico Inatividade	Aleatório	Baixo
AHT	Dinâmico Rígido	--	Alto
OPT	Dinâmico Rígido	Pacote mais distante no futuro	Alto

Sumário

- Estratégias de domínio temporal
- **Avaliação**
 - Questões de pesquisa
 - Metodologia
- Resultados
- Conclusão

Questões de pesquisa

- Qual a melhor estratégia?
- Quão eficiente?
- Quais as melhores escolhas de projeto?

Metodologia

- Ambiente de testes
 - Emulações na plataforma Mininet
 - Estratégias programadas utilizando o controlador POX (à exceção de OPT)
 - Topologia com único switch
 - Implementações disponíveis [1]
- Carga de trabalho
 - Gerada com base na literatura [Benson et al. 2010]
 - Segue padrão rato/elefante
 - Duração de 10 minutos por emulação
 - Número fixo de fluxos ativos (300)

[1] <https://github.com/mcnevesinf/SDN-timebased-rulemanagement>

Metodologia

- Tamanho da tabela de fluxos
 - Variações entre 400 e 800 entradas
 - Foco do trabalho está na relação entre o tamanho da tabela e o número de fluxos
- Métricas
 - Número de intervenções do controlador (*flowmods* e *packet outs*)
 - Utilização da tabela de fluxos

Metodologia

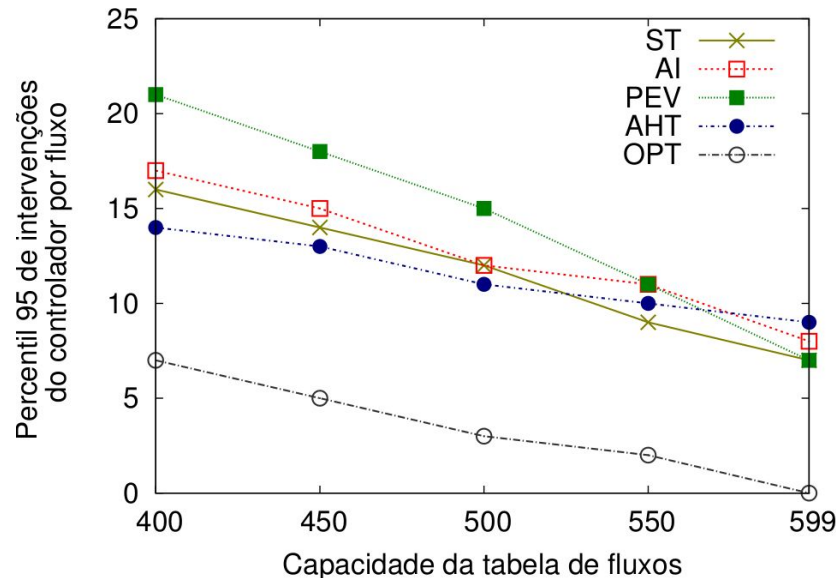
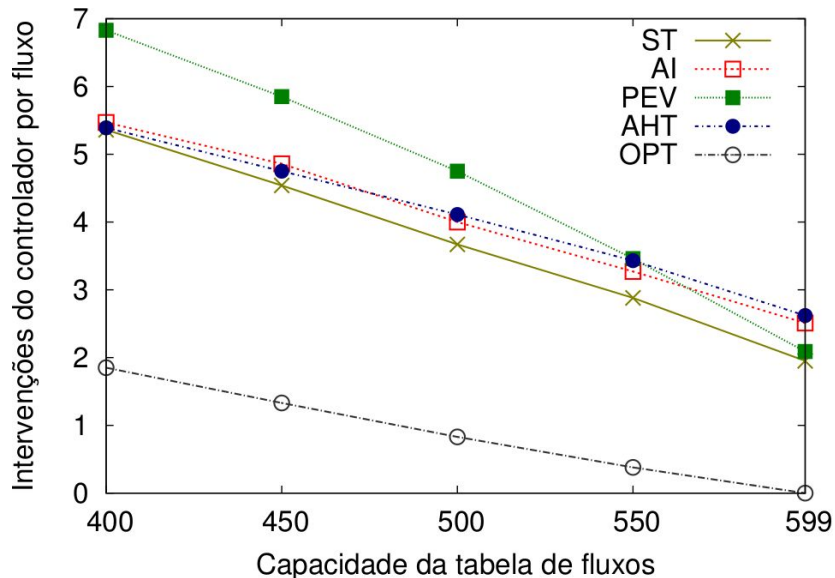
- Configurações básicas
 - Estabelecimento de valores apropriados para os parâmetros de cada estratégia
 - Avaliação fatorial completa considerando os valores da tabela

Parâmetros	Valores testados
Timeout Estático (ST)	
t_{ST} (em segundos)	5, 10, 20 , 30, 60
Remoção Antecipada Probabilística (PEV)	
t_{PEV} (em segundos)	5, 10, 20 , 30, 60
DI (em segundos)	5, 20, 60
$P(i)$	CDF da duração dos fluxos CDF do intervalo de tempo de chegada de pacotes
Incremento Adaptativo (AI)	
t_{AI}^{min} (em segundos)	1, 2, 5, 10, 20 , 30
t_{AI}^{max} (em segundos)	30, 60 , 120
$f(n_{reinstall})$	Linear: $t_{AI}^{min} \times n_{reinstall}$ Exponencial: $t_{AI}^{min} \times 2^{n_{reinstall}}$
Timeout Rígido Adaptativo (AHT)	
λ	De acordo com a carga de trabalho
μ	
$C = c_1, c_2, \dots, c_n$	Não foram consideradas restrições de desempenho da rede
$t_{AHT}(\lambda, \mu, R, [C])$ (em segundos)	10, 20, 30 (400-650) , 40 (700) , 50 (750) , 60 (800) 70, 80, 90, 100

Sumário

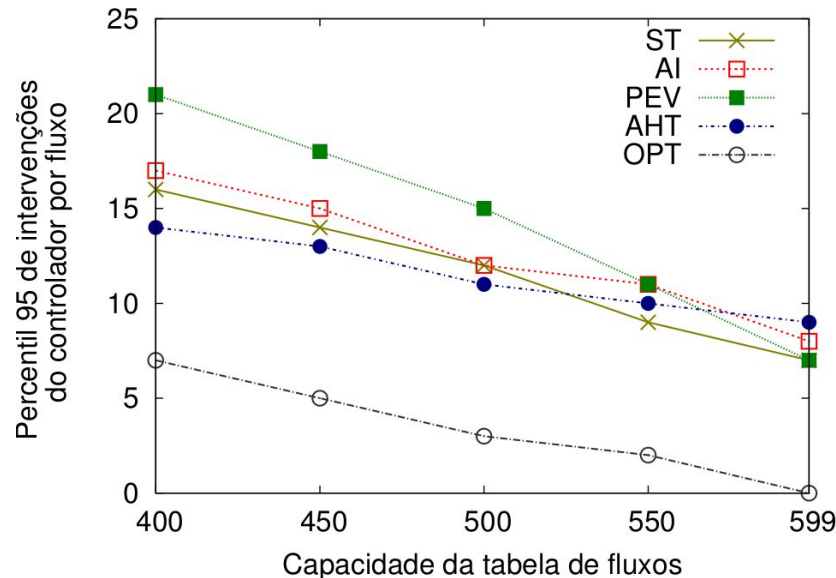
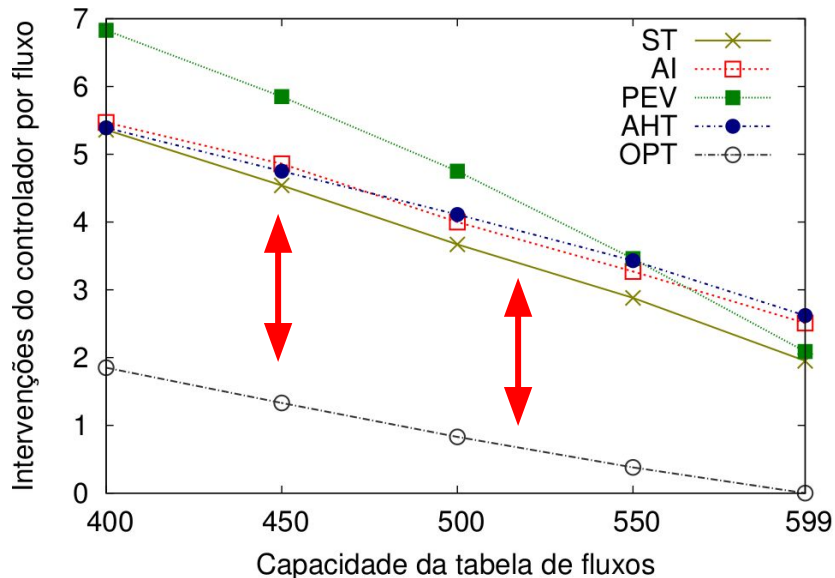
- Estratégias de domínio temporal
- Avaliação
- **Resultados**
 - Dispositivos de recursos limitados
 - Dispositivos de grande capacidade
 - Cenários de parametrização imprecisa
- Conclusão

Dispositivos de recursos limitados



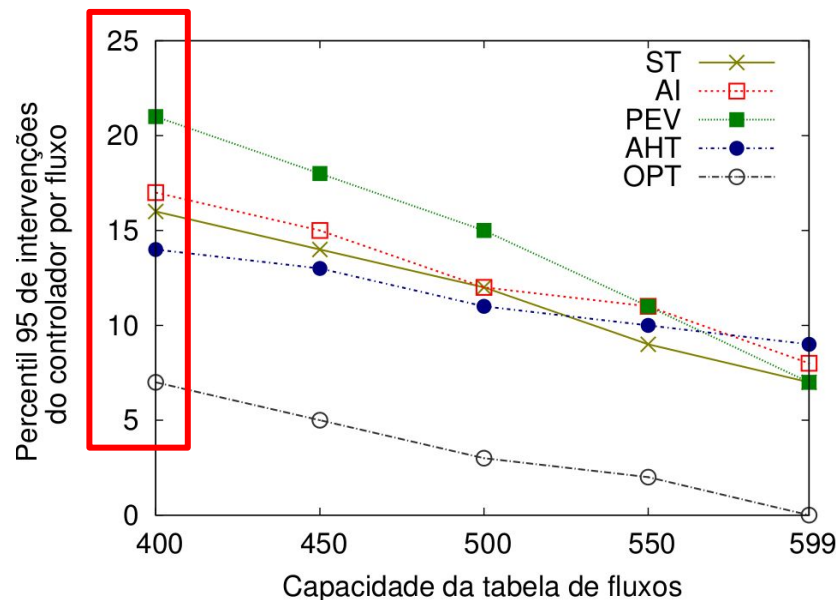
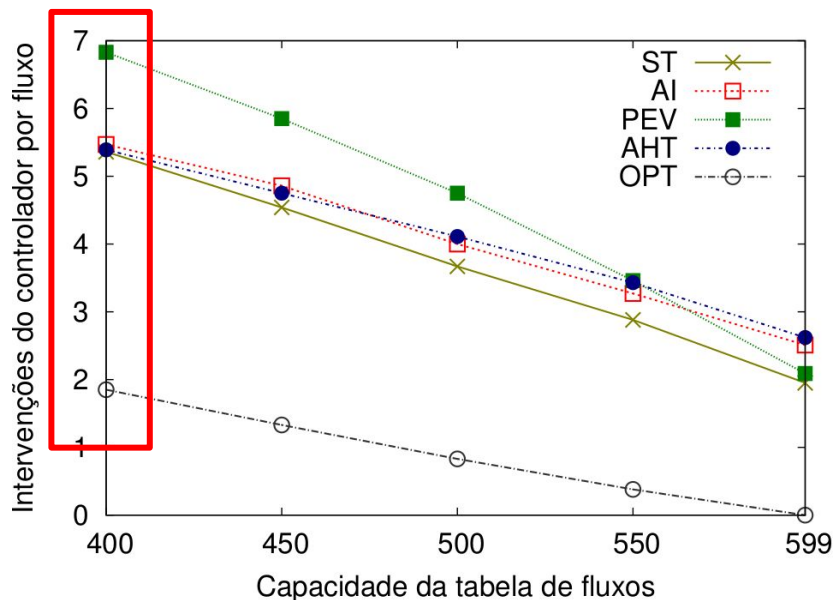
- Todos os algoritmos de cache foram pelo menos 2x piores que OPT
- Número de intervenções varia significativamente entre os fluxos (95-percentil > 2x média)
- Necessidade de implantação de algum mecanismo de justiça

Dispositivos de recursos limitados



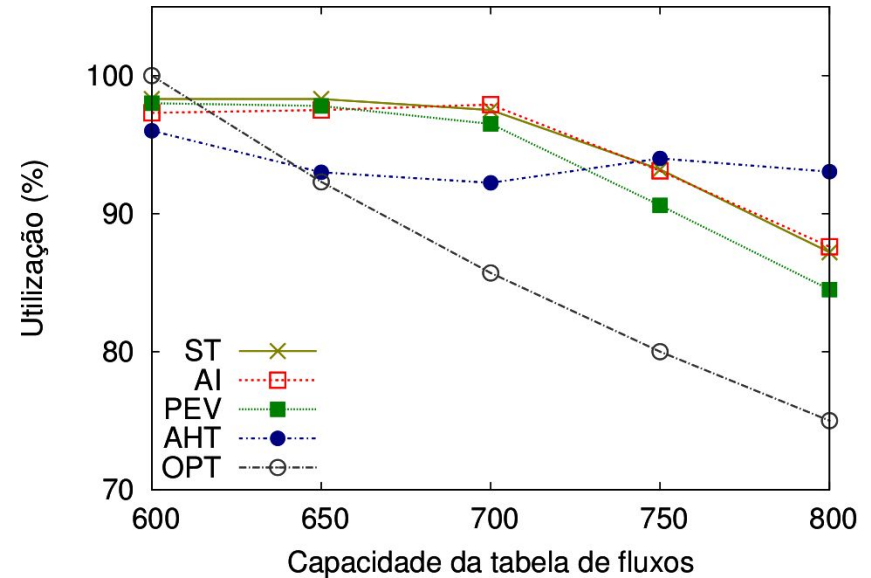
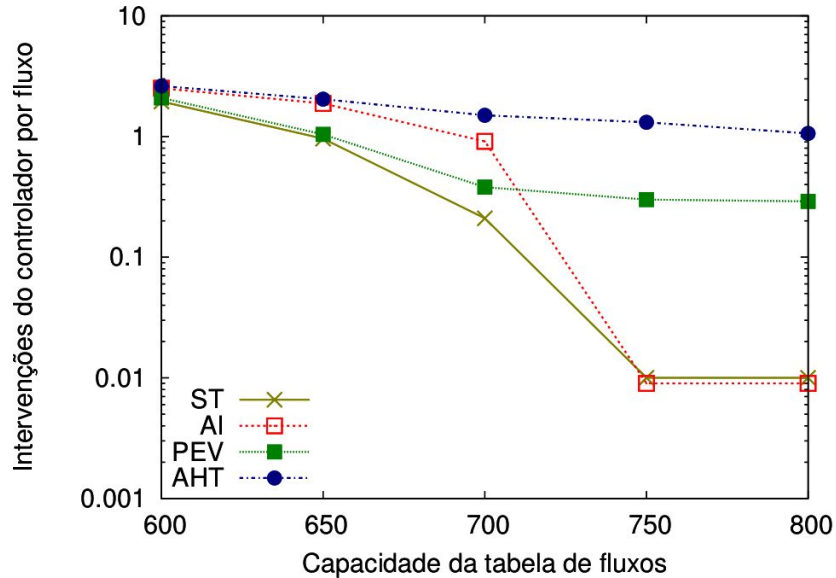
- Todos os algoritmos de cache foram pelo menos 2x piores que OPT
- Número de intervenções varia significativamente entre os fluxos (95-percentil > 2x média)
- Necessidade de implantação de algum mecanismo de justiça

Dispositivos de recursos limitados



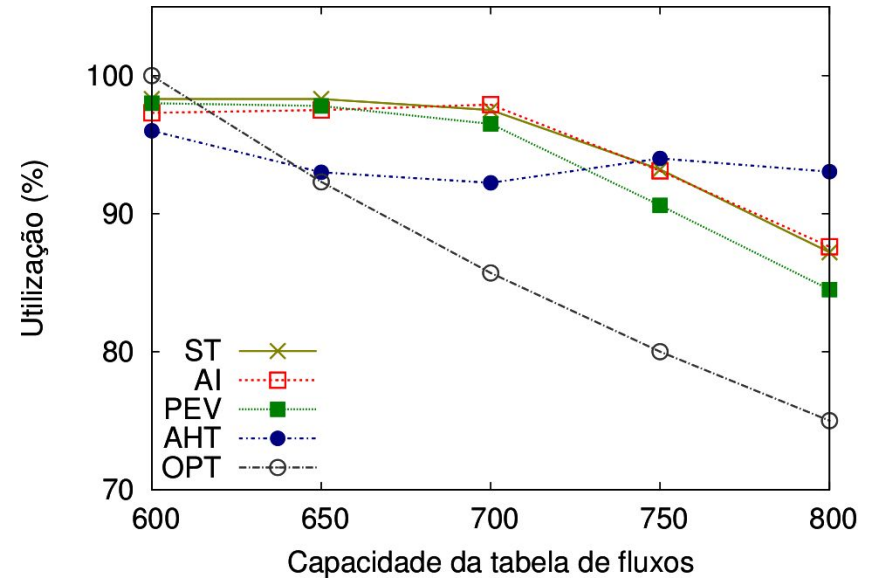
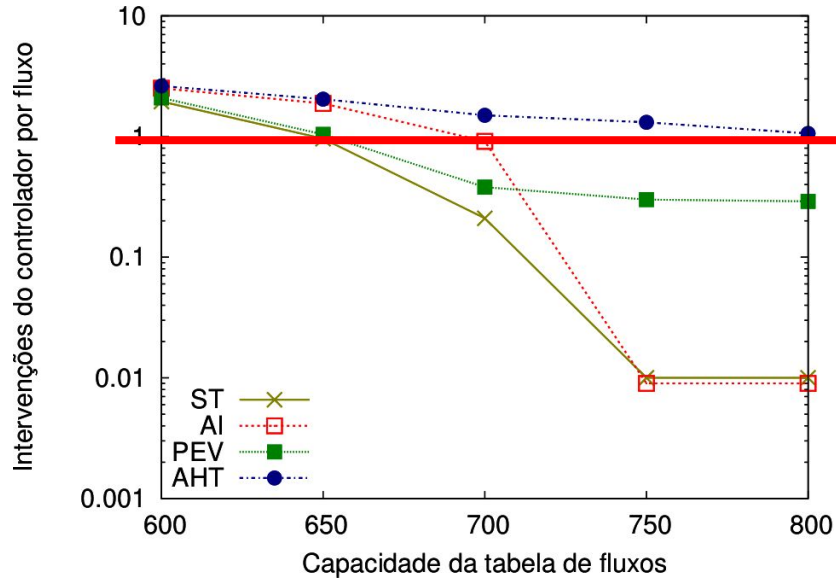
- Todos os algoritmos de cache foram pelo menos 2x piores que OPT
- Número de intervenções varia significativamente entre os fluxos (95-percentil > 2x média)
- Necessidade de implantação de algum mecanismo de justiça

Dispositivos de grande capacidade



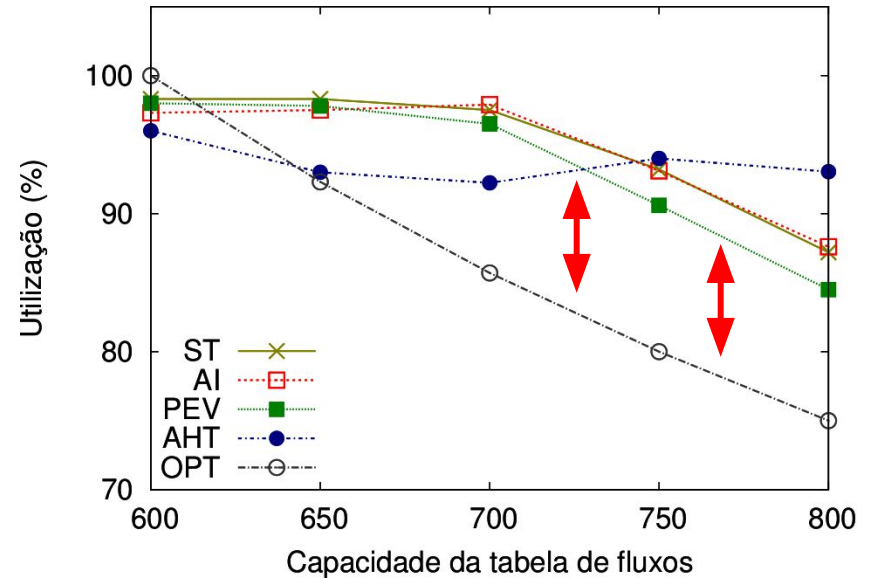
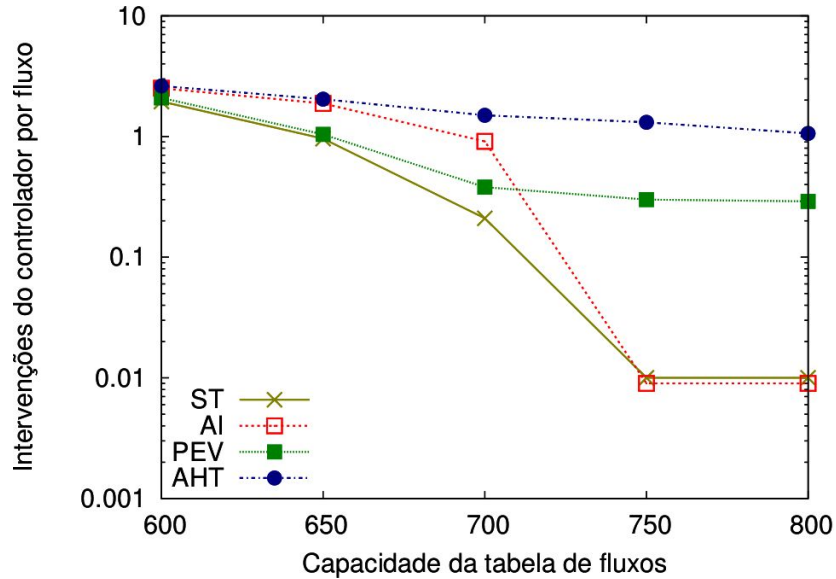
- Maioria das estratégias teve baixa quantidade de intervenções (menos de 1 por fluxo na média)
- Utilização 10 a 15% maior comparada com OPT
- Relação inversa e *não-linear* entre utilização e número de intervenções do controlador

Dispositivos de grande capacidade



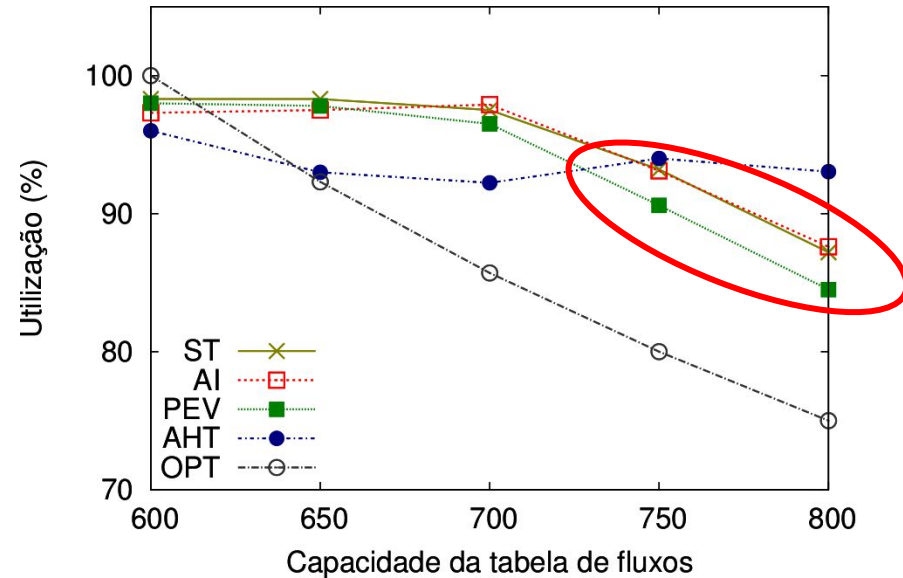
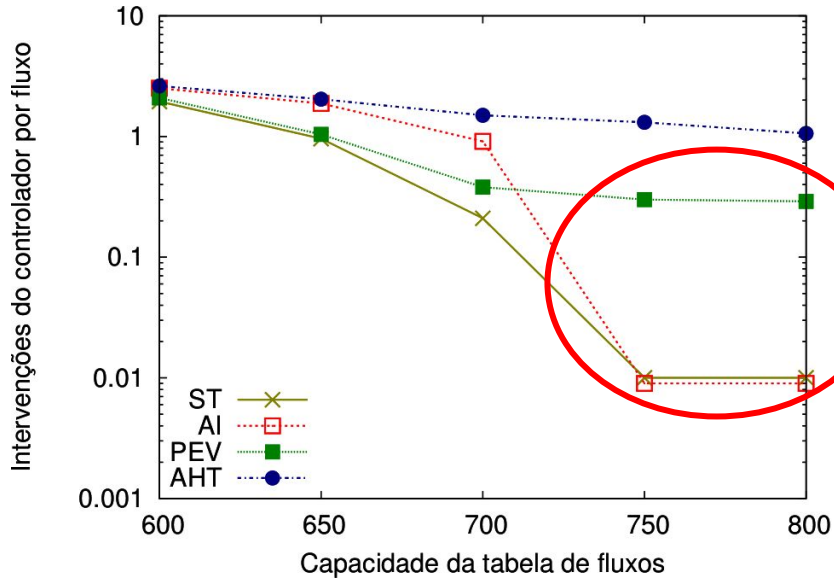
- Maioria das estratégias teve baixa quantidade de intervenções (menos de 1 por fluxo na média)
- Utilização 10 a 15% maior comparada com OPT
- Relação inversa e *não-linear* entre utilização e número de intervenções do controlador

Dispositivos de grande capacidade



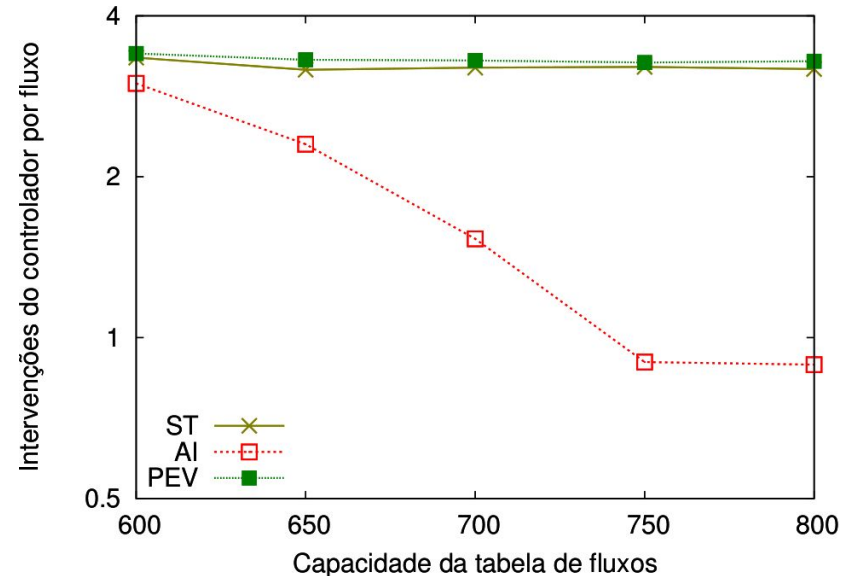
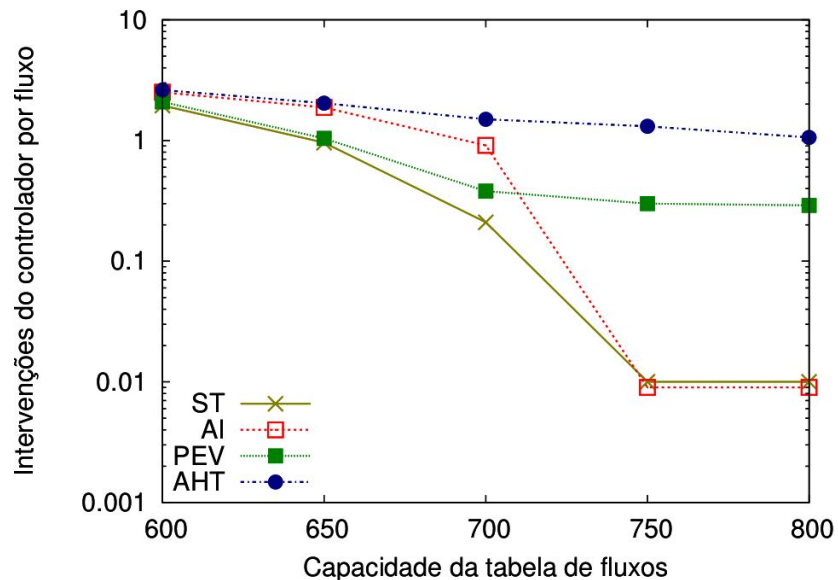
- Maioria das estratégias teve baixa quantidade de intervenções (menos de 1 por fluxo na média)
- Utilização 10 a 15% maior comparada com OPT
- Relação inversa e *não-linear* entre utilização e número de intervenções do controlador

Dispositivos de grande capacidade



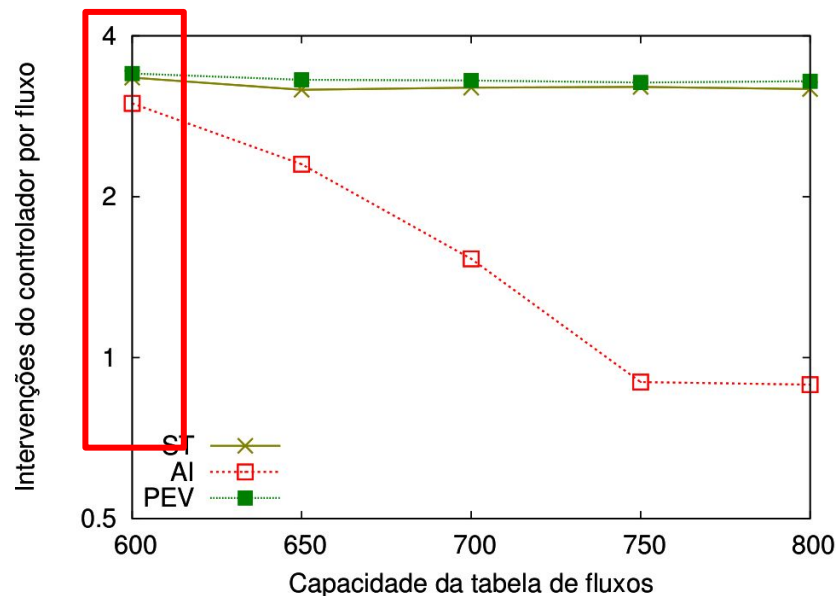
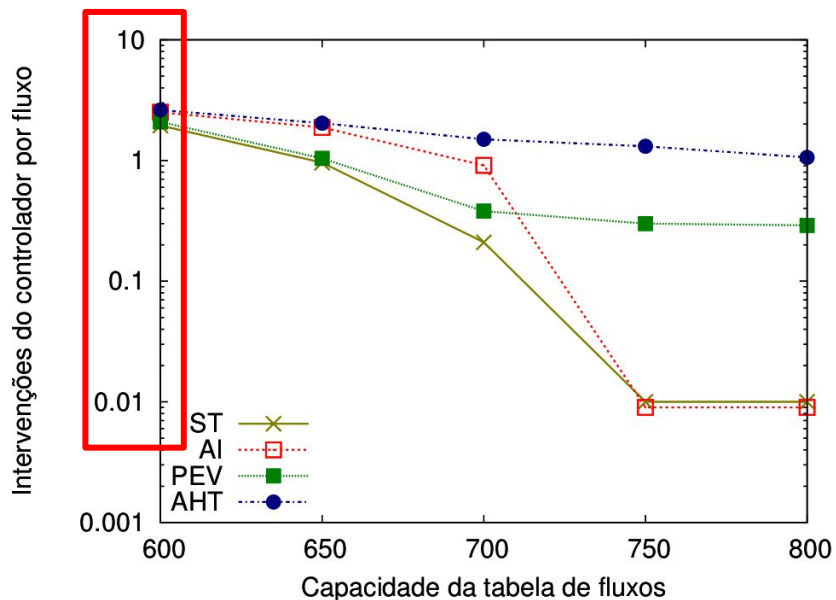
- Maioria das estratégias teve baixa quantidade de intervenções (menos de 1 por fluxo na média)
- Utilização 10 a 15% maior comparada com OPT
- Relação inversa e *não-linear* entre utilização e número de intervenções do controlador

Cenários de parametrização imprecisa



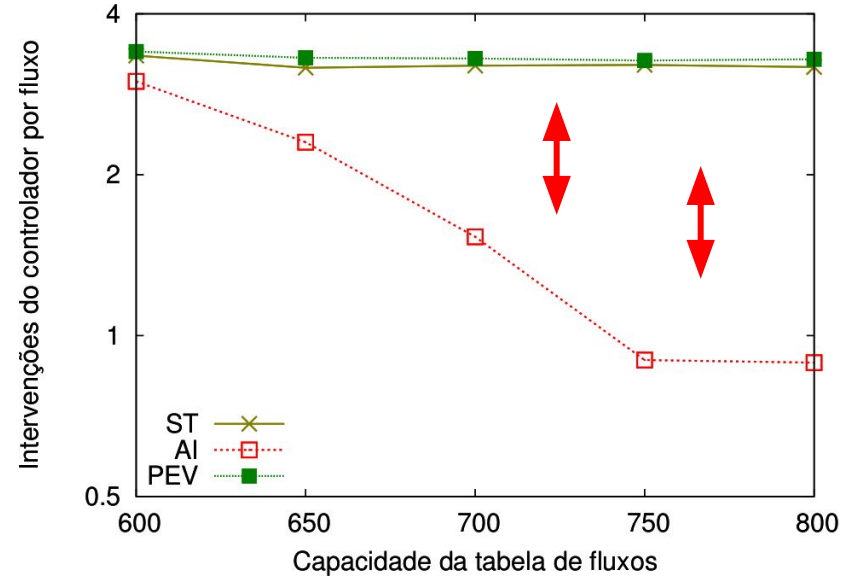
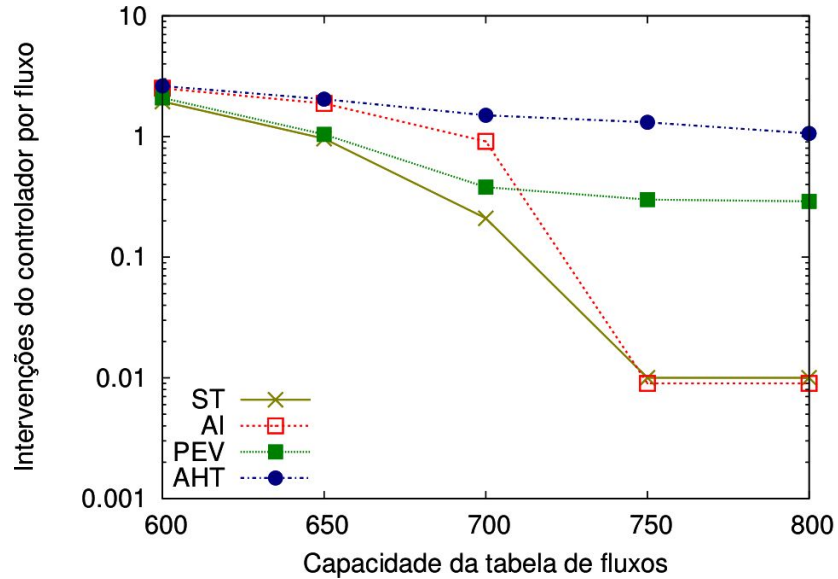
- Parâmetros imprecisos resultam em variações significativas de desempenho
- Estratégias envolvendo timeouts dinâmicos tendem a apresentar melhores resultados

Cenários de parametrização imprecisa



- Parâmetros imprecisos resultam em variações significativas de desempenho
- Estratégias envolvendo timeouts dinâmicos tendem a apresentar melhores resultados

Cenários de parametrização imprecisa



- Parâmetros imprecisos resultam em variações significativas de desempenho
- Estratégias envolvendo timeouts dinâmicos tendem a apresentar melhores resultados

Sumário

- Estratégias de domínio temporal
- Avaliação
- Resultados
- **Conclusão**

Conclusão

- Problema do gerenciamento de regras em redes SDN
- Estudo de estratégias de domínio temporal como solução
- Algumas das observações obtidas experimentalmente:
 - Algoritmos de cache tradicionais podem ser injustos e ineficientes para o gerenciamento de regras
 - Precisão dos parâmetros pode afetar significativamente o desempenho das estratégias
- Trabalhos futuros
 - Avaliação considerando cenários de maior complexidade
 - Múltiplas tabelas de fluxos
 - Agregação de regras
 - Topologias maiores
 - Proposição de melhorias para as estratégias estudadas
 - Oferecimento de garantias de desempenho aos fluxos (p.ex., latência máxima)
 - Minimização dos efeitos de variações das características do tráfego

Obrigado!

Contato

`mcneves@inf.ufrgs.br`

Referências

- Shirali-Shahreza, S. and Ganjali, Y. (2015). Rewiflow: Restricted wildcard openflow rules. SIGCOMM Comput. Commun. Rev., 45(5):29–35.
- Nguyen, X.-N., Saucez, D., Barakat, C., and Turletti, T. (2015). Officer: A general optimization framework for openflow rule allocation and endpoint policy enforcement. In 2015 IEEE Conference on Computer Communications - INFOCOM'15.
- Kannan, K. and Banerjee, S. (2014). Flowmaster: Early eviction of dead flow on sdn switches. In LNCS, Distributed Computing and Networking, volume 8314, pages 484– 498.
- Vishnoi, A., Poddar, R., Mann, V., and Bhattacharya, S. (2014). Effective switch memory management in openflow networks. In Proceedings of the 8th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems - DEBS'14.
- Zhang, L., Lin, R., Xu, S., and Wang, S. (2014). AHTM: Achieving efficient flow table utilization in software defined networks. In 2014 IEEE Global Communications Conference - GLOBECOM'14.
- Benson, T., Akella, A., and Maltz, D. A. (2010). Network traffic characteristics of data centers in the wild. In Proceedings of the 10th ACM SIGCOMM Conference on Internet Measurement - IMC'10.
- ONF (2015). Openflow switch specification. version 1.5.1 (protocol version 0x06). Disponível em: <https://www.opennetworking.org>. Acesso em Novembro, 2015.