

# 18º WIRNP

Workshop RNP

15 | 16 MAIO

Belém | PA

## Validação Inter-domínio de Plano de Dados em SDN

Marcos Schwarz  
Coordenador de P&D

Rede Nacional de Ensino e Pesquisa - RNP



RNP

MINISTÉRIO DA  
DEFESA

MINISTÉRIO DA  
CULTURA

MINISTÉRIO DA  
SAÚDE

MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



## Agenda

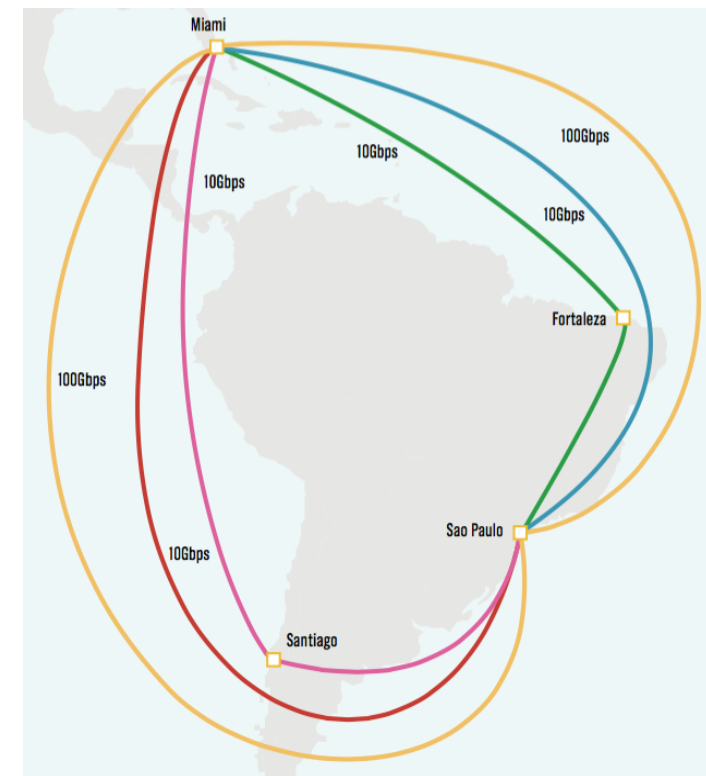
- Desafio
- Contexto: AmLight
- Depuração do planos de dados
- Protocolo de SDNTrace Inter-domínio
- Ferramenta SDNTrace Inter-domínio (PoC)
  - Capturas de telas
- Trabalhos futuros

## Desafio

- A validação de plano de dados é uma das atividades operacionais mais complexas para redes SDN de produção
- OpenFlow não foi desenvolvido com foco em Telemetria
  - Não há solução padrão definida: implementações variam por cada domínio
- Resolução de problemas no plano de dados pode facilmente durar horas ou dias
- Para intra-domínio, as informações de topologia estão disponíveis para operadores de rede
- Para inter-domínio, existem complexidades extras e privacidade é geralmente um problema

## Contexto: AmLight

- Rede SDN de produção desde Agosto 2014
- Consórcio: RNP, ANSP, NSF, FIU, REUNA, AURA, REDCLARA
- Oferece conectividade entre redes acadêmicas da América do Sul e América do Norte
- Suporta Programabilidade e Fatiamento (*Slicing*) da rede
  - OpenFlow 1.0
  - OGF Network Service Interface (NSI)
- Atualmente operando com mais de 1k fluxos
- Site: [www.sdn.amlight.net](http://www.sdn.amlight.net)
- **Com a implantação de SDN, tudo mudou...**



## Equipe envolvida

- RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
  - Marcos Schwarz (Pesquisador em SDN)
- FIU – Florida International University
  - Jeronimo Bezerra (Engenheiro de Rede / Desenvolvedor Líder)
- ANSP – Rede Acadêmica de São Paulo:
  - Antônio Francisco (Desenvolvedor)
  - Rogerio Motitsuki (Desenvolvedor)
  - Jorge Marcos (Engenheiro de Rede)

## Depuração do planos de dados

- Em alguns casos, tudo parece bem, mas o tráfego não está fluindo: “buracos negros”
- Exemplos de buracos negros no plano de dados:
  - Um módulo ou interface específico descartando todo o tráfego
  - Interface indisponível em um lado, mas disponível na ponta remota pode confundir a aplicação SDN
  - Uma entrada de fluxo específica que sofreu falha em sua instalação
    - Devido a um problema de memória na interface, um fluxo específico é afetado e o tráfego é descartado
    - Dependendo do número de switches OpenFlow e entradas de fluxo, encontrar o problema pode ser extremamente demorado
- Nestes casos, são necessários testes *in-band*:
  - Poucas aplicações SDN realizam teste *in-band* em cada enlace
  - Nenhum aplicação SDN conhecida que realize teste *in-band* por fluxo

## E como fica a validação de plano de dados inter-domínio?

- Circuitos virtuais multi-domínio estão sujeitos a problemas em cada domínio que atravessam (buracos negros, etc...)
  - Cada domínio tem seu próprio NOC, fila de atendimento, procedimentos e ferramentas
  - Problemas no enlace que interliga dois domínios são ainda mais difíceis de detectar
- Procedimento nas redes “legadas”: associar manualmente um IP a cada switch do caminho, executar ping para cada switch até isolar o problema
  - E em SDN? Não é trivial associar um IP ao plano de dados de um switch OpenFlow!
  - Falta de ferramentas inter-domínio, esforços atuais focam em intra-domínio
- Evento recente:
  - Dois usuários (Brasil e Reino Unido)
  - Cinco domínios no caminho, incluindo dois baseados em OpenFlow (AmLight e Internet2)
  - 22 dias e 45 e-mails para restaurar uma única VLAN

## Requisitos para uma solução de *trace* inter-domínio

- Uma solução inter-domínio para *trace* de plano de dados SDN foi criada com os seguintes requisitos iniciais:
  - Transparência: O usuário não precisa conhecer a topologia da rede ou entender OpenFlow (semelhante ao uso da ferramenta *traceroute* tradicional)
  - Autonomia: cada domínio pode ter sua própria solução de *trace* interna
  - Privacidade: cada domínio deve ser capaz de implementar suas políticas de privacidade
  - Praticidade: A solução não deve exigir alterações de topologia ou tecnologia em nenhum domínio



## Benefícios do protocolo SDNTrace inter-domínio

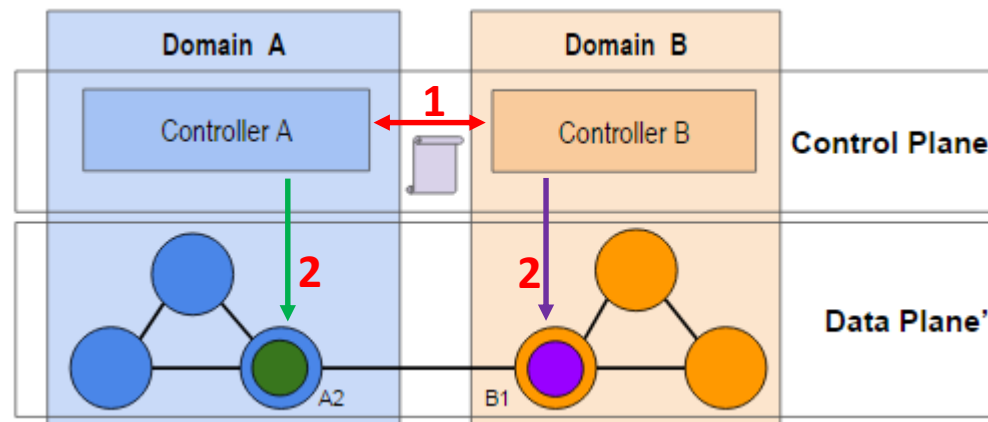
- O usuário não depende dos NOCs para iniciar a depuração de problemas
- Não há necessidade de interação entre NOCs para isolar uma falha
- A solução **intra**-domínio pode ser substituída sem alterar o protocolo **inter**-domínio
- Se baseia em protocolos **inter**-domínio já existentes: *Network Service Interface* (NSI)

## Modo de funcionamento: Fase de configuração

Passo 1: Contrato entre domínios vizinhos definindo a “cor” de cada switch de borda

Contrato entre vizinhos A e B				
IP address	type	remote	label/color	interface
a.b.c.d:443	tracepath	domainA:switchA2	dl_src:111	p2
w.x.y.z:443	tracepath	domainB:switchB1	dl_src:110	p1

Passo 2: Cada controlador instala fluxos correspondendo a sua “cor” no switch de borda



## Modo de funcionamento: Executando um *trace*

Passo 1: Usuário requisita um *trace* pela interface gráfica ou API REST

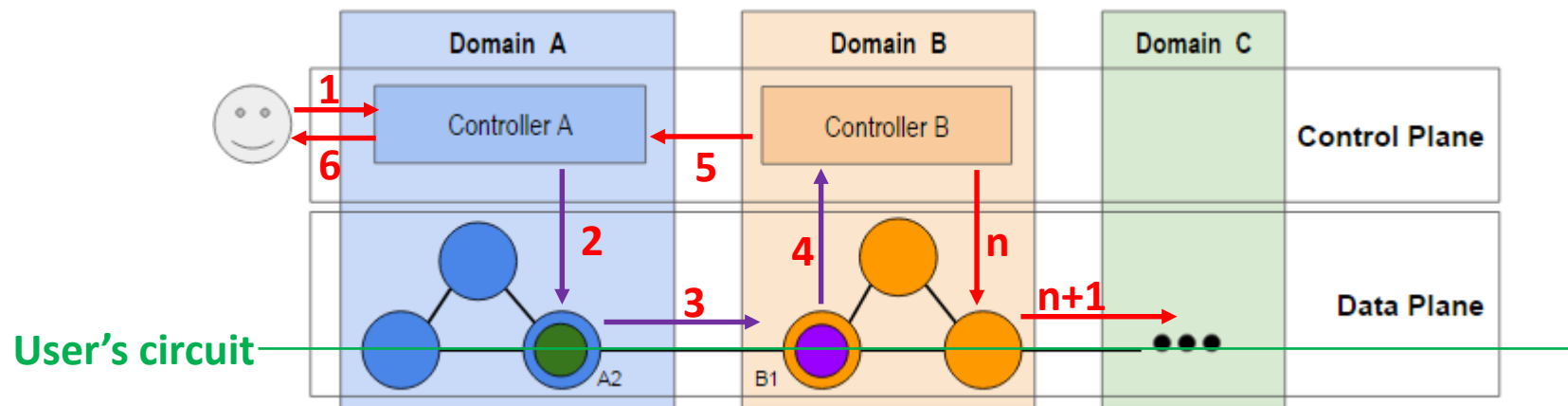
Passo 2: Controlador A lê o contrato e envia uma sonda com a "cor" do switch vizinho

Passo 3: Switch A2 encaminha sonda para B1 usando entradas de fluxo de produção

Passo 4: Switch B1 encaminha a sonda ao controlador B usando a entrada da sua "cor"

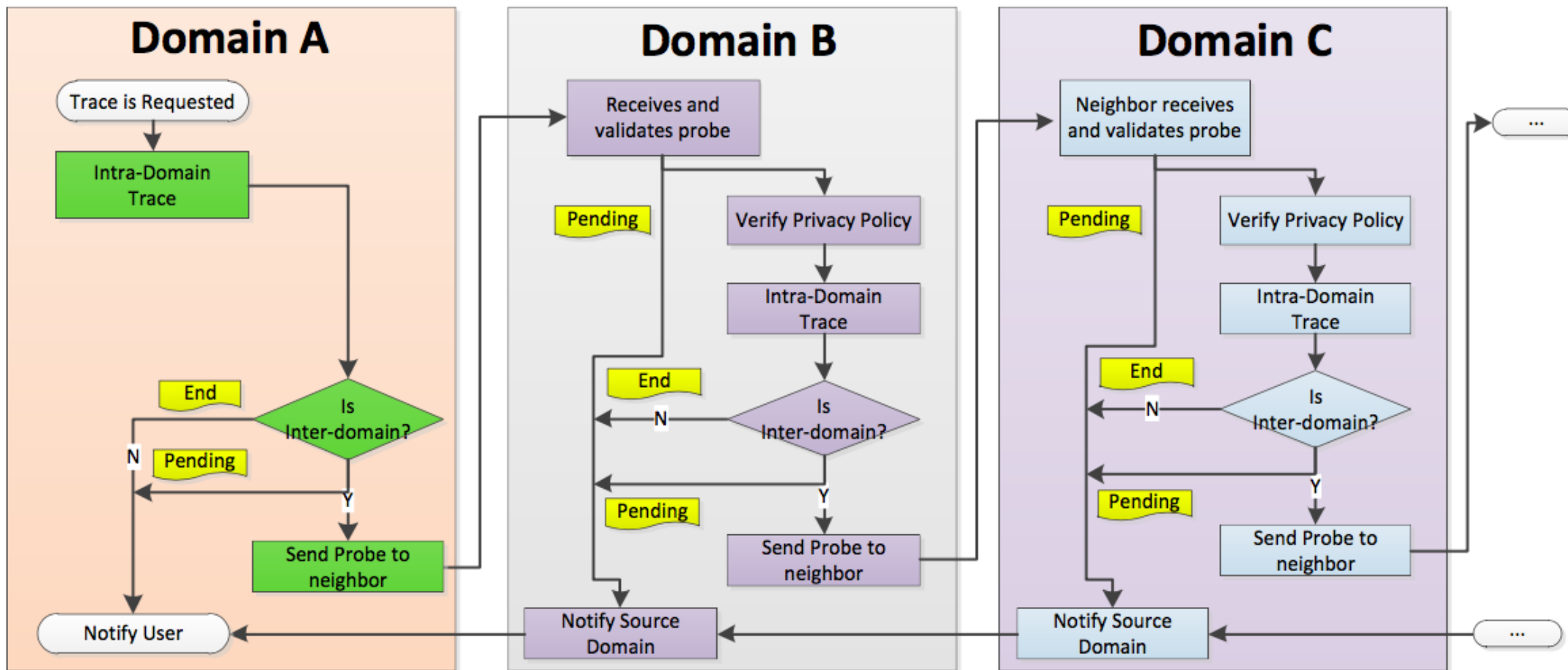
Passo 5: Controlador B reporta o salto detectado (domínio/switch/porta) ao controlador A

Passo 6: Controlador A encaminha as informações do salto detectado ao usuário



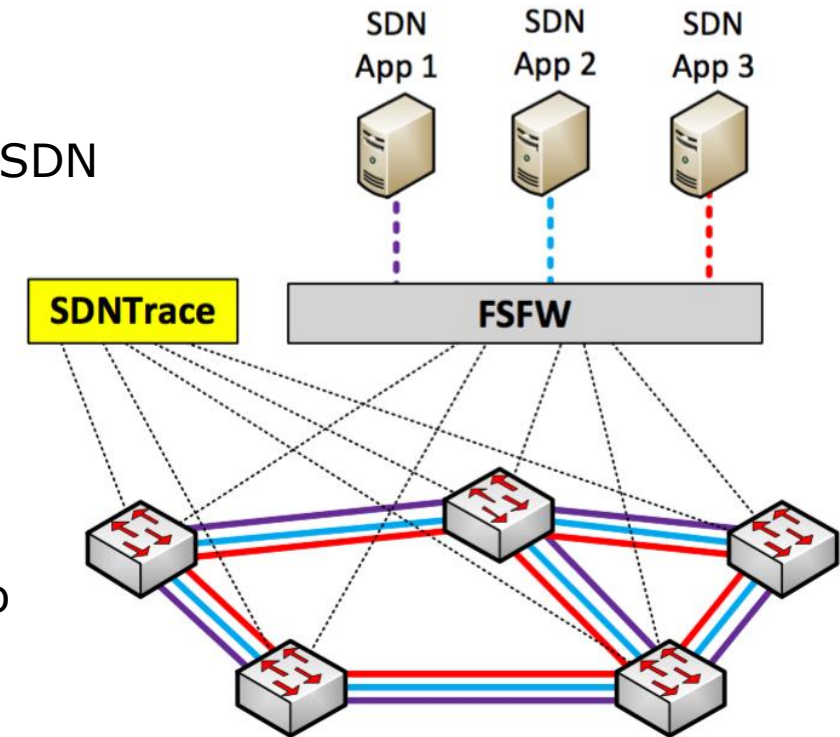
Próximo passo: Domínio B continua seu *trace* intra-domínio. Se houver um Domínio C no circuito, o processo recomeça entre B e C a partir do passo 2

Modo de funcionamento: Fluxograma completo

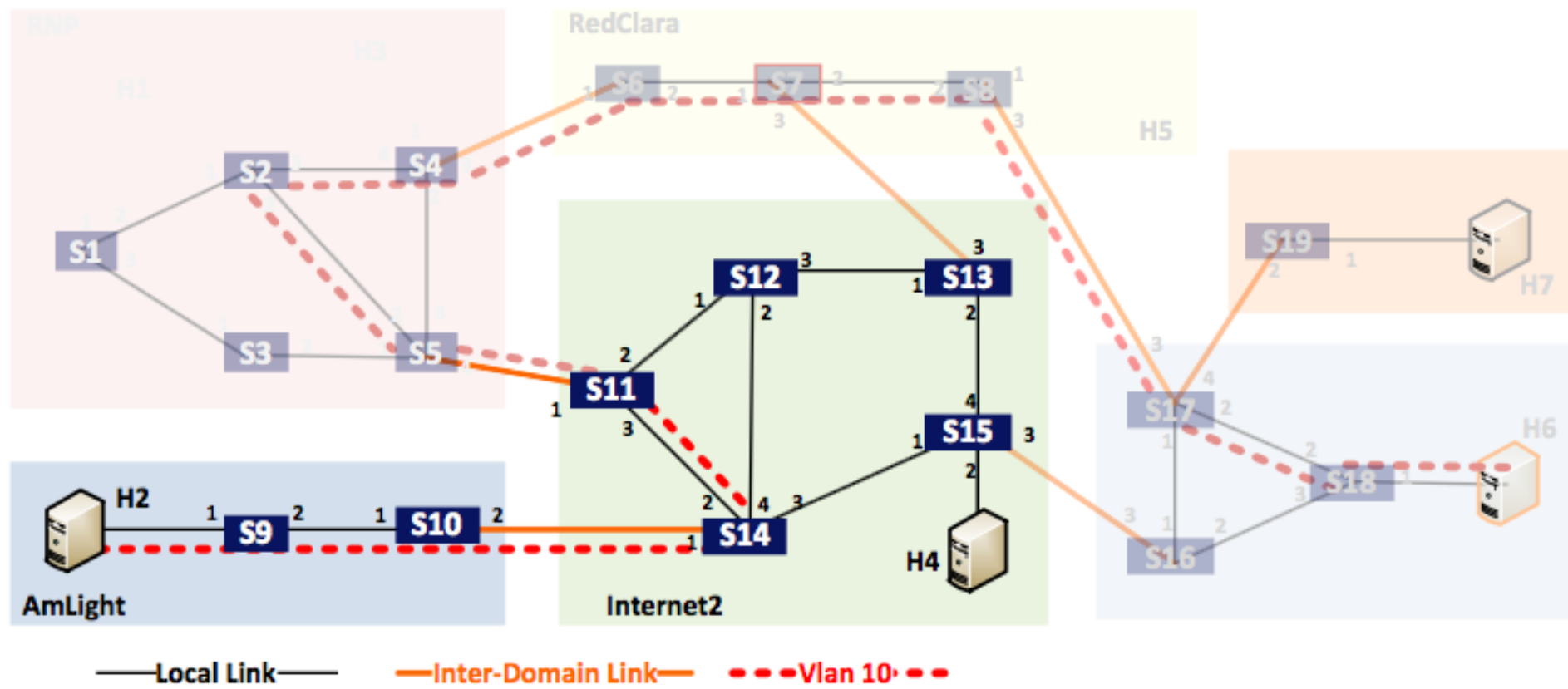


## Ferramenta SDNTrace

- Não interfere com as regras de fluxos de outras aplicações SDN
- Baixo *overhead* (2-4 entradas de fluxos por switch)
- Funciona com OpenFlow 1.0 e 1.3
- Baseado no arcabouço SDN Ryu
- Rastreia fluxos de usuários em Camada 2, 3 ou combinação
- Suporta Trace Inter-domínio
- Código fonte disponível (PoC/alpha):
  - <http://github.com/amlight/SDNTrace>



## Cenário de execução do SDNTrace



Captura de tela – Trace da AmLight (esquerda) para Internet2 (direita)

☰ Topology

AmLight | Internet2 (Mininet)

Switch

Trace Result

Start from: 0000000000000001 s1-eth1  
 Start time: 2017-04-18 10:13:24.721628  
 Total time: ---

	Switch/DPID	Incoming Port	Time
1	0000000000000002	s2-eth1	0:00:00.502555
2	0000000000000004	s4-eth4	0:00:01.005229
3	Interdomain: clara		
4	0000000000000006	s6-eth1	2017-04-18 10:13:28.117215
5	0000000000000007	s7-eth1	0:00:00.502032
6	0000000000000008	s8-eth2	0:00:01.004115
7	Trace completed.		

## Captura de tela – Trace da Internet2 (direita) para AmLight (esquerda)

☰
Topology

AmLight | Internet2 (Mininet)

Switch

---

Trace Result

Start from: 0000000000000008 s8-eth1  
Start time: 2017-04-18 10:19:11.297915  
Total time: ---

	Switch/DPID	Incoming Port	Time
1	0000000000000007	s7-eth2	0:00:00.502011
2	0000000000000006	s6-eth2	0:00:01.003824
3	Interdomain: rnp		
4	0000000000000004	s4-eth3	2017-04-18 10:19:15.145826
5	0000000000000002	s2-eth3	0:00:00.502103
6	0000000000000001	s1-eth2	0:00:01.004886
7	Trace completed.		



## Trabalhos Futuros

- Expandir solução para usar o protocol NSI (Network Service Interface)
  - NSI prove modelos para descrever serviços de redes e possibilita o uso de recursos compartilhados através de seções de comunicação seguras e confiáveis entre domínios
  - Usado pela comunidade GLIF AutoGOLE para provisionamento de circuitos L2 inter-domínio
  - Suporta autenticação e criptografia
  - NSI pode ser usado para garantir o contrato entre vizinhos e para o transporte da comunicação entre controladores
- Implantar nas redes da AMPATH, AmLight, SouthernLight, ANSP e RNP
- Adicionar alarmes e integração com soluções mais complexas

## Referências

Agarwal, Kanak, et al. "SDN traceroute: Tracing SDN forwarding without changing network behavior." Proceedings of the third workshop on Hot topics in software defined networking. ACM, 2014.

Roberts, Guy, et al. "Network services framework v1. 0." Open Grid Forum, Lemont. 2010. <http://www.gridforum.org/documents/GFD.173.pdf>.

Multi-protocol Network Troubleshooting with Pathtrace protocol:  
<http://groups.geni.net/geni/wiki/GEC24Agenda/EveningDemoSession#Multi-protocolNetworkTroubleshootingwithPathtraceprotocol>

# 18º **WRNP**

Workshop RNP

15 | 16 MAIO

Belém | PA



**RNP**

MINISTÉRIO DA  
**DEFESA**

MINISTÉRIO DA  
**CULTURA**

MINISTÉRIO DA  
**SAÚDE**

MINISTÉRIO DA  
**EDUCAÇÃO**

MINISTÉRIO DA  
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



**Obrigado!**

Marcos Schwarz

[marcos.schwarz@rnp.br](mailto:marcos.schwarz@rnp.br)