



# Experiência da AmLight com SDN: Desafios, Resultados e Futuro

GTER 39

29 de Maio de 2015

Rio de Janeiro, RJ

Jeronimo Bezerra e Humberto Galiza

[{jab,galiza}@amlight.net](mailto:{jab,galiza}@amlight.net)

# Quem somos?

## **AMPATH:**

- Ponto de Troca de Tráfego Acadêmico de Miami

## **SouthernLight:**

- Ponto de Troca de Tráfego Acadêmico do Brasil

## **AndesLight:**

- Ponto de Acesso Acadêmico do Chile

## **AmLight:**

- Infraestrutura que interconecta SouthernLight, AndesLight e RedClara a AMPATH e a outras R&Es

Parceria entre: FIU, RNP, ANSP, NSF, REUNA, RedClara e AURA

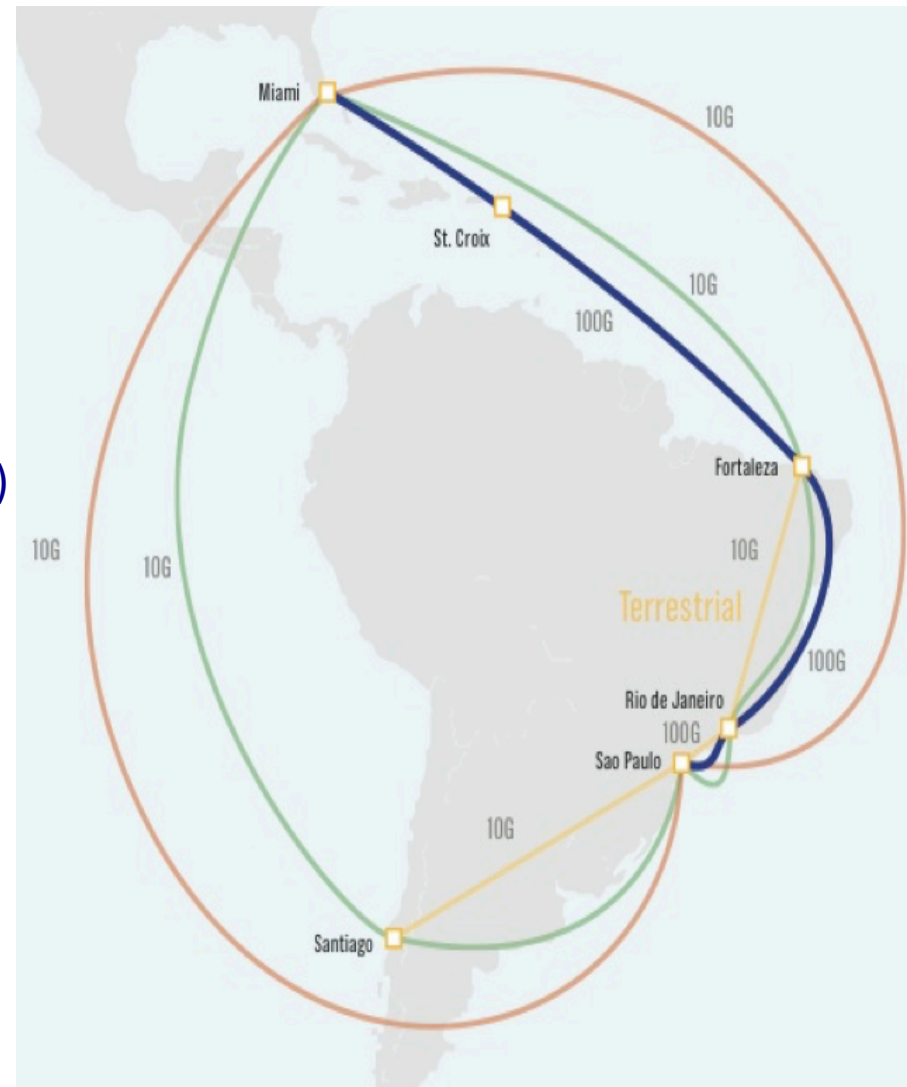
# AmLight: Infraestrutura Atual

Composto de 4 enlaces de 10G, com duas topologias:

- **Anel SDN:** EUA-Brasil-Chile-EUA
  - 20 Gbps de capacidade total
  - **Openflow e Virtualização de Rede**
  - **Openwave:** 100Gbps entre Miami e SP
  - Operado pela AmLight (FIU, ANSP e RNP)
- **Anel MPLS:** EUA-Brasil-EUA
  - 20 Gbps de capacidade total
  - Suporta circuitos Layer 2 e Layer 3
  - Operado pela RNP

Redundância Mútua

Capacidade de 120Gbps com upstreams acadêmicos



# OpenWave

- É um projeto para experimentação de Alien Waves de 100G
- Alien Waves de 100G não foram testadas neste tipo de ambiente:
  - Cabo submarino com mais de 14 anos de existência
  - Quatro trechos, mais longo com 4.200km
- Será implementado usando Padtec na rede mista da LANautilus
  - Cabo SAC
- Coherent Detection

# AmLight Antes do SDN

- Configuração baseada em VLANs **estáticas**
- Múltiplas instâncias do Brocade per-VLAN **RSTP**
- Recebia redundância do Anel Acadêmico Layer 3:
  - IEEE 802.1ad (**QinQ**) implementado em São Paulo com **duas** portas 10G dedicadas
  - **Uma** porta 10G dedicada na AMPATH para implementar a redundância
- **100%** de disponibilidade em 2014 (assumindo pelo menos um link de 10Gbps em funcionamento)

*Se estava funcionando bem, por que mudar?*



# Por que a AmLight pensou em SDN?

*Duas Motivações:*

***Otimizar a Operação***

***Programabilidade de Rede***

# Motivação 01: *Otimizar a Operação*

Quantidade de circuitos Layer 2 solicitados e redes envolvidas transformava o provisionamento em um processo complexo:

- Alguns circuitos envolvem até 7 redes acadêmicas
  - Alto nível de coordenação
- Múltiplas tecnologias envolvidas
  - De redes ópticas a MPLS
  - Diversos cenários de proteção
- Alguns circuitos levavam semanas ou meses para serem provisionados

*Era necessário encontrar uma maneira de otimizar esse processo.*

# Motivação 02: Programabilidade de Rede

- A falta de suporte para programabilidade de rede comprometia as demonstrações de aplicações *network-aware*
  - *Big Data, Science DMZ, etc.*
- Pesquisadores possuíam apenas visualização da rede, via SNMP



# Como SDN poderia ajudar a Amlight? (1)

- *Seria possível utilizar SDN/Openflow para trabalhar nessas motivações?*
- *Seria o momento certo para pensar em SDN?*
- *Meus dispositivos suportam Openflow?*
- *Haveria perda de funcionalidades?*

## Como SDN poderia ajudar a AmLight? (2)

- *Seria possível utilizar SDN/Openflow para trabalhar nessas motivações?*
  - *Sim!*
- *Seria o momento certo para pensar em SDN?*
  - *Para a AmLight, que opera apenas com circuitos Layer 2, Sim!*
- *Meus dispositivos suportam Openflow?*
  - *Após diversos testes e simulações, concluímos: Sim. 1.0!*
- *Haveria perda de funcionalidades?*
  - *Sim*
    - *Alguns módulos de rede legados possuem limitações*
    - *LACP não é suportado*
  - *Mas nós tínhamos soluções de contorno. Vamos em frente!!*

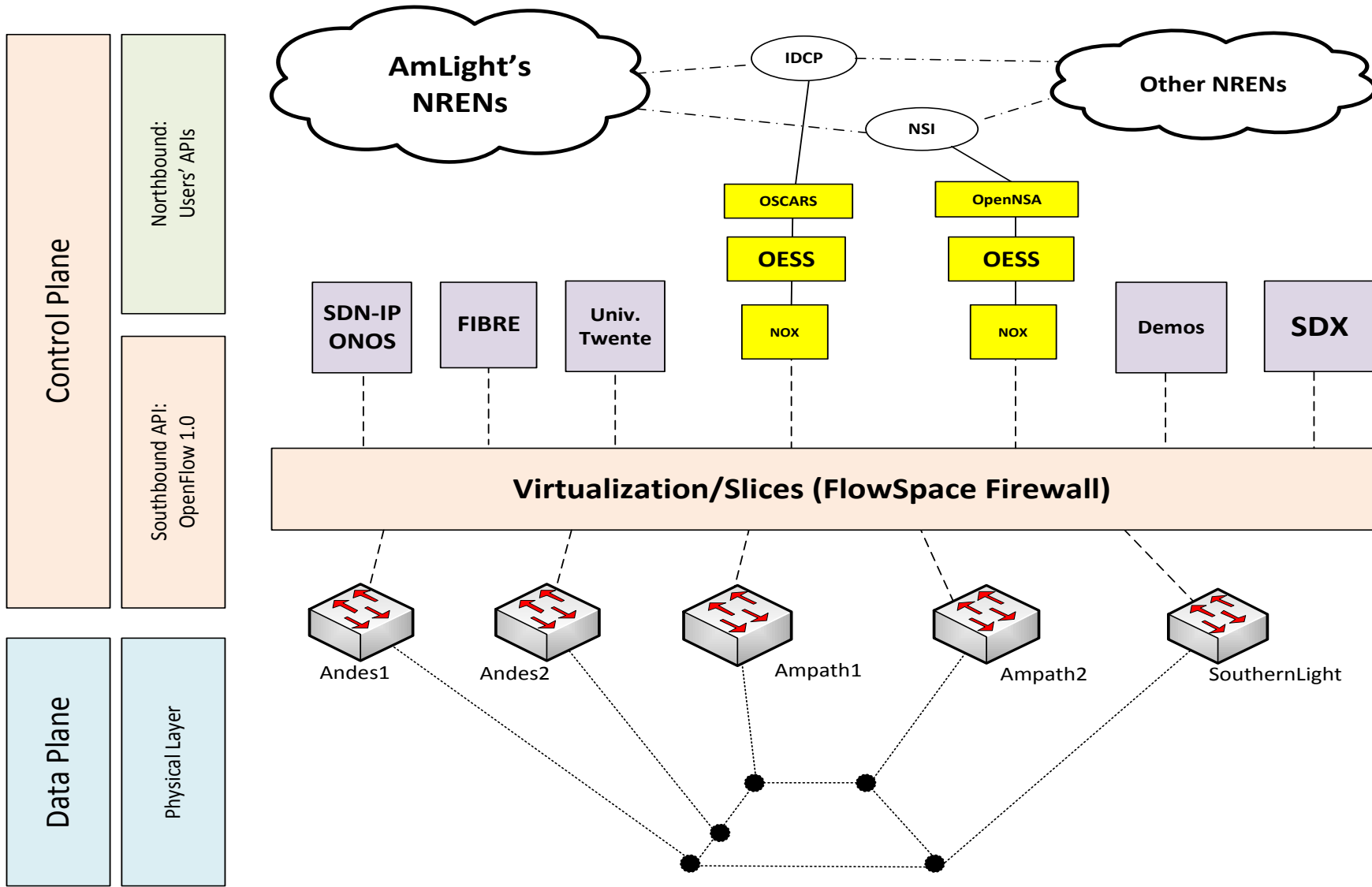
# Mas o que é SDN mesmo?

- *Software-Defined Network* **remove** o plano de controle dos equipamentos de rede
  - Decisões de encaminhamento são gerenciadas por uma entidade externa, chamado de Orquestrador ou Controlador
- Uso de um protocolo padronizado para estabelecer a comunicação entre o Controlador externo e os equipamentos de rede
  - Protocolo mais famoso: **Openflow**
  - Openflow 1.0 é suportado por diversos fabricantes
  - Maioria dos switches suportam o **Modo Híbrido**
    - Algumas portas usando Openflow, algumas usando protocolos “legados”
  - Alguns switches suportam **Portas Híbridas**
    - Openflow e tráfego legado na mesma porta
    - Facilita Implementação gradual

## Mas o que é SDN mesmo? (2/2)

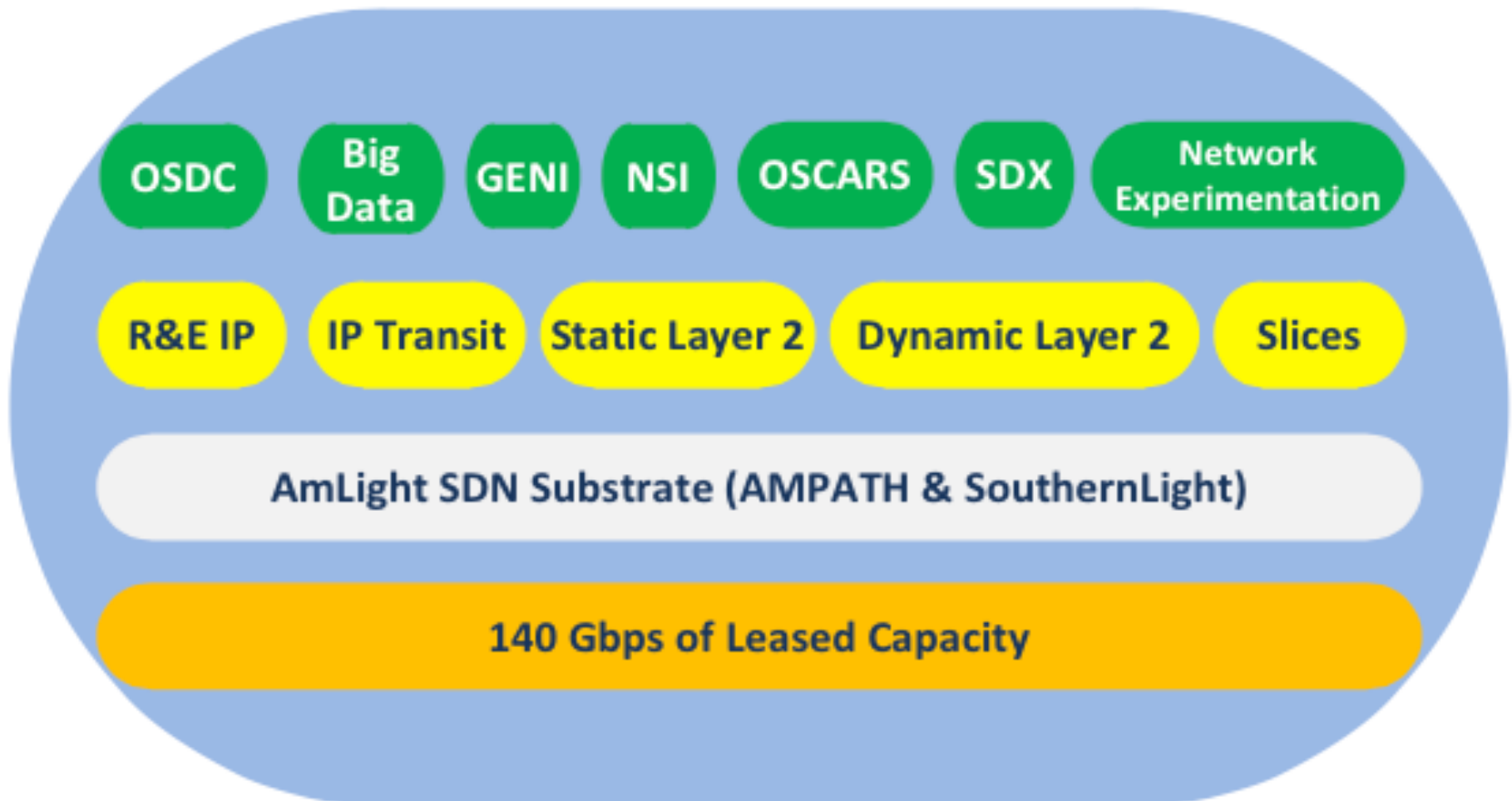
- Com SDN, o controlador seria responsável por gerenciar:
  - A conectividade da rede, incluindo proteções contra loops;
  - Rate-limits, **priorização de tráfego**, estatísticas;
  - E **novos** serviços/implementações:
    - Segurança, novos protocolos, novas **aplicações**, etc.
- Mas os procedimentos de **resolução de problemas** vão mudar:
  - Em vez de engenheiros de redes, vamos precisar de engenheiros de sistemas!

# SDN @ AmLight (1/3)



# SDN @ AmLight (2/3)

## Pilha de Serviços



# SDN @ AmLight (3/3)

- *OESS UI:*

**O<sup>3</sup>E** The Open Science, Scholarship & Services Exchange

Documentation Feedback Admin

Workgroups > Home > Circuit Details Workgroup: AmLight

### Summary

Description  
Vlan\_98\_RNP

Type: Local    Bandwidth: 0 Mbps    Restore To Primary: 2 minutes    Static MAC Routing: Off    Status: active    Owned By: AmLight

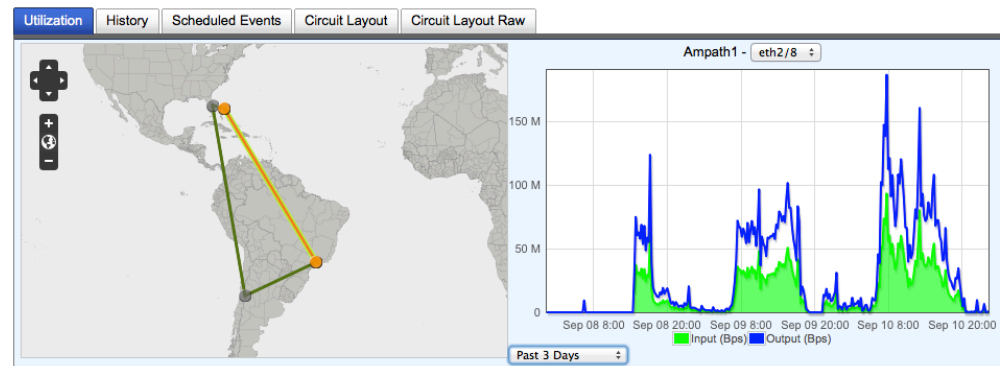
Edit Circuit  
Remove Circuit

### Endpoints

Interface	Interface Description	VLAN
SouthernLight - eth4/1	TranslationLoop	98
Ampath1 - eth2/8	AtlanticWave	98

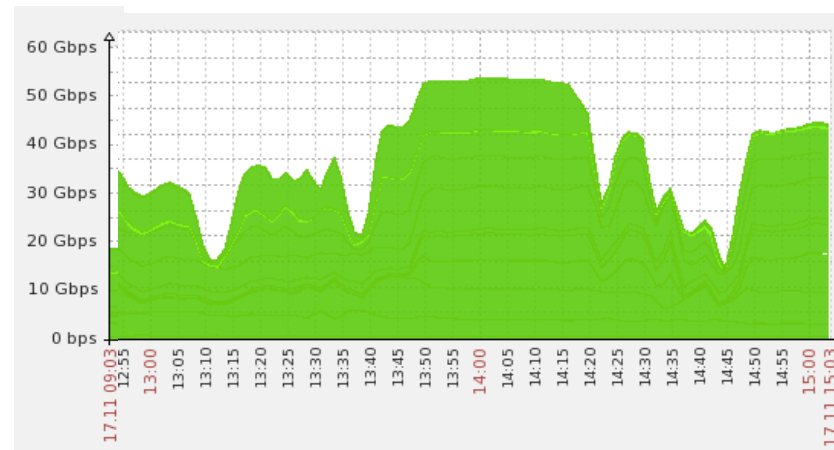
These are the endpoints of the circuit in the Openflow network. In addition, this table shows what ports and what VLAN tags are used on the endpoint.

Change Path  
Force Reprovision



Estadísticas de Tráfego da rede SDN:

- Pico de 55 Gbps
- Apenas interfaces Openflow!



# Resultados (1/2)

## A. Otimização da Operação

<i>Domains involved in the path</i>	Average time to provision a new circuit		Avg. number of e-mails exchanged	
	<i>before SDN</i>	<i>after SDN</i>	<i>before SDN</i>	<i>after SDN</i>
RNP, ANSP, RedCLARA, AmLight, Internet2, ESnet	5 days	< 5 minutes	10	0
Other domains using OSCARS or NSI support	12 days	< 5 minutes	65	0
Other domains not using OSCARS or NSI support, < 3 networks in the path	5 days	*	10	*
Other domains not using OSCARS or NSI support, >3 networks in the path	12 days	*	65	*
With domains in other continents not using OSCARS or NSI support	45 days	*	100	*



# Resultados (2/2)

## B. Programabilidade

	Network Access and Programmability	
	Before SDN	After SDN
Network View	SNMP	SNMP and Openflow
Provisioning Defined by the User	-	Full Openflow access through a dedicated slice
Multipath experiments	Static paths offered	
Flow controlled hop-by-hop	-	

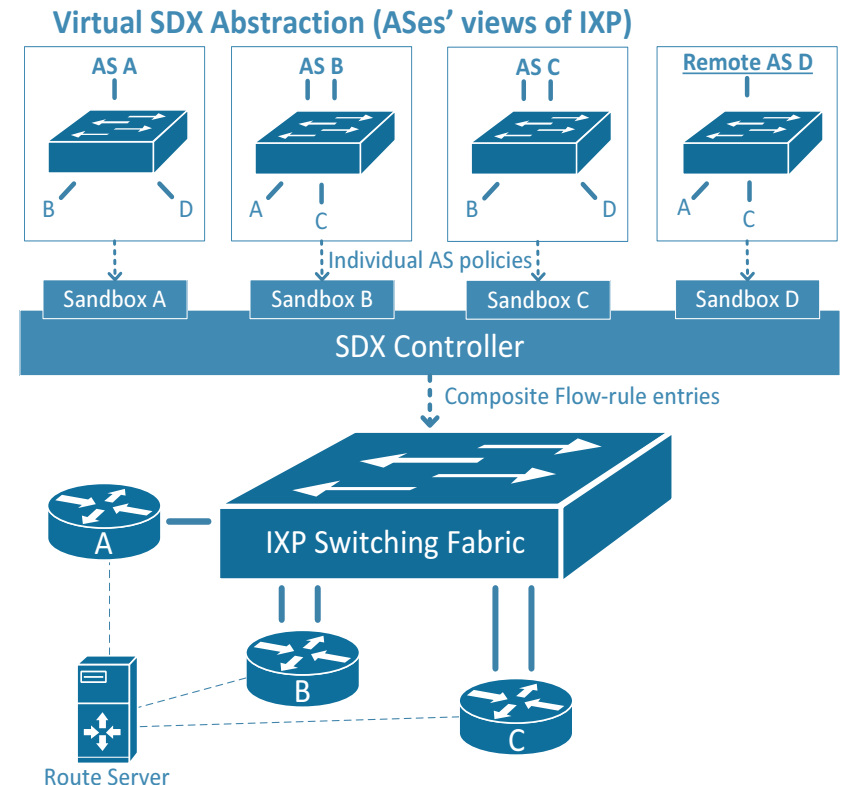
# Testbeds Ativos

- **Testes de Novos Controladores Openflow/SDN**
  - Novos controladores são facilmente adicionados para testes (**ONOS**, Vyatta, etc.)
  - Dois ou mais Orquestradores SDN instalados ao mesmo tempo e sem sobreposição
- **Validação das Estatísticas OpenFlow**
- **FIBRE/RNP: Conexão da ilha da AMPATH com Openflow nativo**
- **Suporte NSI com OpenNSA**
- **Demonstrações**
  - Internet2 Multi-Domain Slices (Outubro 2014 - I2 Tech Exchange Meeting)
    - Como múltiplos slices de diferentes domínios podem parecer como um só?
  - Internet2 Inter-Domain IP connections (Abril 2015 - I2 Global Summit)
    - Como conectar ilhas SDN usando IP+BGP?

# Projetos em Desenvolvimento (1/4)

## SDX: Software-Defined Exchange:

- Ambiente para troca de tráfego entre redes SDNs
- Encaminhamento de tráfego baseado não só em IP
- Cada SDX possui um *Route Server* que configura o Switching Fabric
- Participantes enxergam o SDX como um *sandbox*

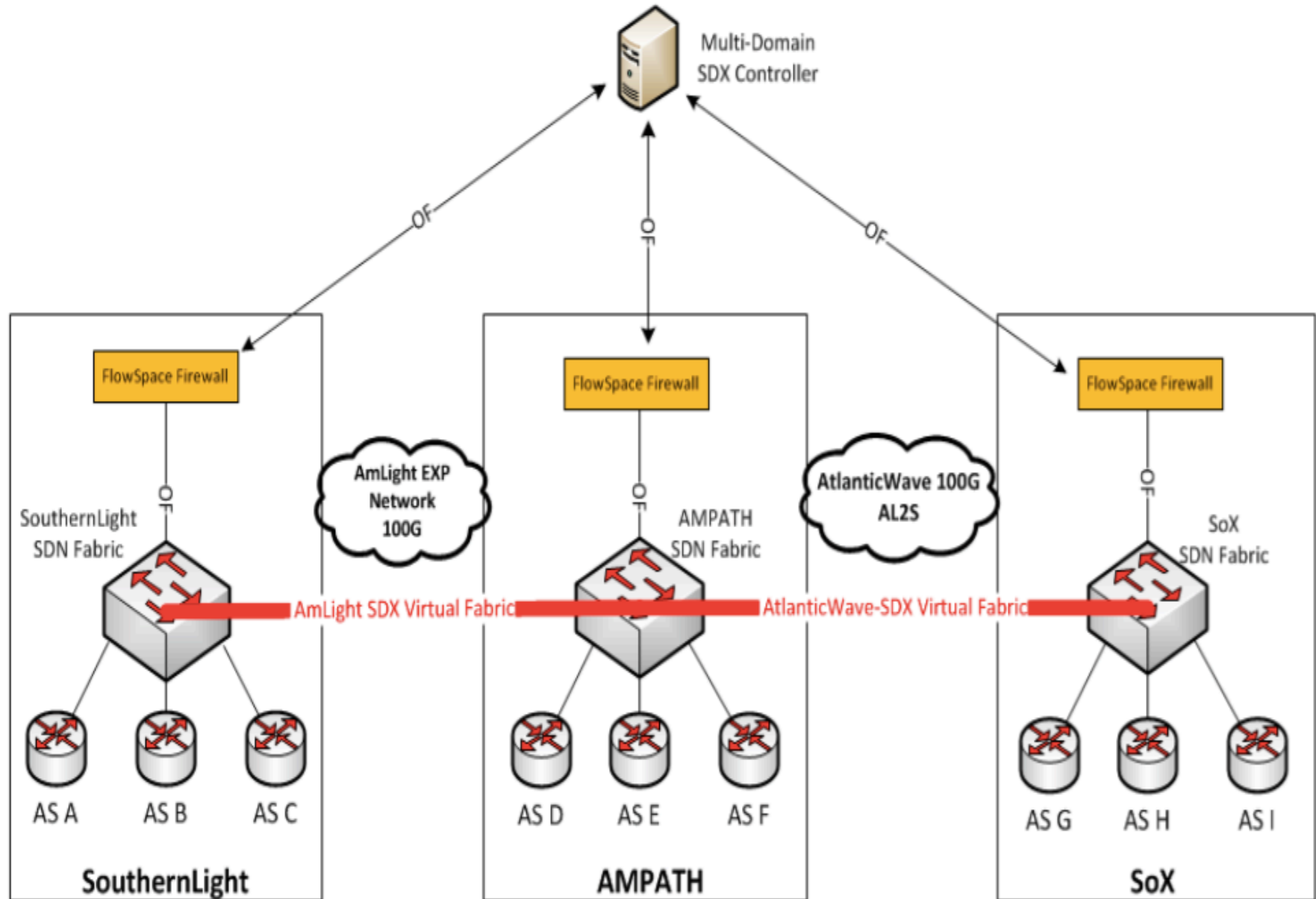


# Projetos em Desenvolvimento (2/4)

## 1) AtlanticWave-SDX:

- Criar um Software-Defined Exchange Internacional e Distribuído, incluindo:
  - MANLAN – NY
  - MAX GIGAPOP – DC
  - SOX – Atlanta
  - AMPATH – Miami
  - SouthernLight – Sao Paulo
- Opções de encaminhamento e engenharia de tráfego além do IP de destino
- Ambiente para pesquisadores e entusiastas de SDN colaborarem
  - Prototipagem de aplicações e serviços SDN

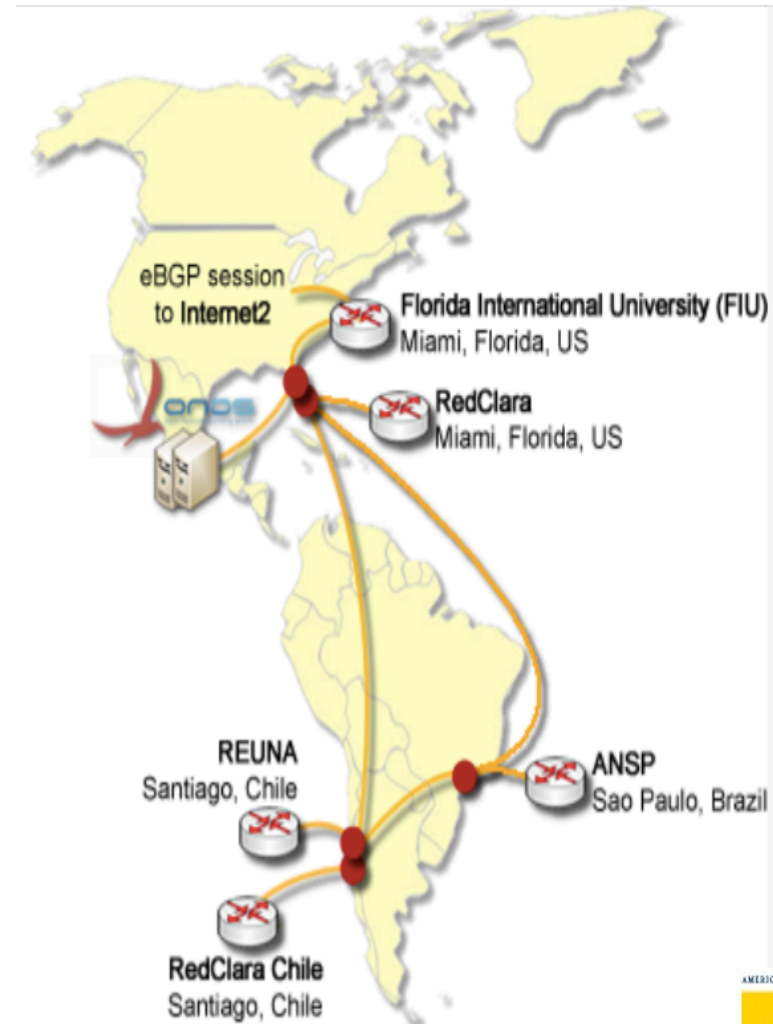
# Projetos em Desenvolvimento (3/4)



# Projetos em Desenvolvimento (4/4)

## 2) ONOS/SDN-IP:

- Controlador Openflow da On.LAB
- Possui diversas aplicações, entre elas o SDN-IP
- SDN-IP permite rotear pacotes IP em switches Openflow
- Não há necessidade de roteadores dedicados
- Ainda experimental, mas muito promissor
- Demonstração no ONS 2015



# Projetos Futuros

- Testbed Sanitizer
  - Implementar um validador de mensagens Openflow de acordo com o tipo de aplicação e capacidades de equipamentos
  - Útil para evitar e resolver problemas
- Migrar para Openflow 1.3
  - Atualizar equipamentos e aplicações
  - Adicionar novos recursos: match IPv6, QinQ, QoS, Port Group, etc.
- Implementar aplicações para QoS e Reserva de Banda
  - Requisito para algumas aplicações de Big Data

# Lições Aprendidas

- Protocolos e módulos de comutação legados podem aumentar a complexidade da solução
  - LACP, Contadores, Ethertypes
- A falta da funcionalidade de porta híbrida pode atrapalhar a implementação do SDN
- A rede de *Control Plane* pode ser um desafio extra
- “Ter um ambiente de desenvolvimento com os mesmos dispositivos de produção é mandatório”
- Métodos de convergência precisam ser otimizados
  - Especialmente em links internacionais



# Referências

- Site: [www.sdn.amlight.net](http://www.sdn.amlight.net)
- NANOG 63:
  - *Migrating AmLight from legacy to SDN: Challenges, Results and Next Steps*
- Artigo IEEE/IM2015:
  - *Benefits brought by the use of OpenFlow/SDN on the AmLight intercontinental research and education network*