

# Implementando Routeflow em uma Rede em Produção.

Valdinei Rodrigues dos Reis<sup>1</sup>, Carlos Coletti<sup>1</sup>, Edson Luiz França Senne<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Rede de Computadores – Assessoria de Informática – Unesp

<sup>2</sup>Assessoria de Informática – Unesp

Quirino de Andrade, 215 - 5o. Andar - cep: 01049-010

São Paulo, Brasil

[nei@unesp.br](mailto:nei@unesp.br), [carlos@unesp.br](mailto:carlos@unesp.br), [elfsenne@unesp.br](mailto:elfsenne@unesp.br)

**Abstract.** *This article describes Unesp experience in Openflow using an implementation of Routeflow. The final objective is to validate this solution in a production environment of a WAN (Wide Area Network), incorporating SDN (Software Defined Network) into the legacy network. Routeflow is an open source project created by “CPqD” which provides virtualized IP routing services for openflow-enabled equipments. With the SDN adoption, Unesp aims to be in the forefront of innovative technologies, in order to implement and contribute for a wide diffusion of the SDN concept and its new applications.*

**Resumo.** *Este artigo descreve a experiência da Unesp com o Openflow, utilizando uma implementação do Routeflow. O objetivo final é validar a solução no ambiente de produção de uma rede WAN (Wide Area Network), procurando incorporar SDN (Software Defined Network) à rede legada. O Routeflow é um projeto open source criado pelo “CPqD”, que oferece um serviço virtualizado de roteamento IP para equipamentos openflow-enabled. Com a adoção do SDN, a Unesp busca estar na vanguarda do uso de tecnologias inovadoras, de forma a implementar e contribuir com a larga difusão do conceito de SDN e suas novas aplicações.*

## 1.Introdução

A Unesp é uma Universidade Pública Estadual, composta por 34 câmpus espalhados por 24 cidades no Estado de São Paulo. Cada um destes 34 câmpus possui uma equipe técnica responsável pela manutenção e operação da rede local. As políticas comuns a todos os câmpus são definidas pelo Comitê Superior de Tecnologia da Informação (CSTI) que, dentre outras funções, define formas de utilização e operação da rede, bem como seus protocolos e procedimentos padronizados, por meio de Normas Técnicas, contando com o suporte de fóruns técnicos consultivos. Após tais definições, o planejamento e execução destas políticas fica a cargo da Assessoria de Informática, no caso de políticas globais, e das equipes locais de cada câmpus, no caso de políticas de âmbito local. Na Assessoria de Informática, o grupo responsável pela rede é chamado de GRC (Grupo de Redes de Computadores), atualmente composto por 9 pessoas.

Na rede WAN, é utilizado o OSPF como protocolo de roteamento dinâmico. Cada câmpus possui um Switch Core L3 (*Layer 3 - Camada 3*) em seu perímetro, que

recebe todos os segmentos locais da rede e está conectado ao Backbone principal da Unesp, a unespNET. Recentemente todos os ativos de rede foram atualizados, visando principalmente aumentar a velocidade das redes locais para 1 Gbps, além de habilitar suporte ao PoE (*Power over Ethernet*) e ao IPv6.

Além do planejamento e execução das definições do CSTI, o GRC tem autonomia para analisar e propor o uso de novas tecnologias. Assim, após reuniões com a ANSP (Academic Network of Sao Paulo), o grupo passou a considerar como prioridade o estudo de tecnologias baseadas em SDN, elegendo especificamente o protocolo Openflow, pois avaliou ser este o mais preparado para materializar os conceitos SDN na atualidade.

O Openflow é, basicamente, um protocolo de comunicação entre um Controlador e Switches *openflow-enabled* (termo usado para definir um dispositivo com suporte ao Openflow), por meio de formatos de mensagens e eventos. Os switches *openflow-enabled* já vem sendo disponibilizados no mercado por diversos fabricantes. Existem também vários controladores disponíveis, como NOX, POX e Floodlight. A adoção a determinada versão do protocolo Openflow (atualmente na versão 1.3) é o fator determinante para que um controlador qualquer interaja com um switch *openflow-enabled*, tornando-o agnóstico ao fabricante. É importante notar que o controlador em si não define o que fazer com os diversos fluxos de dados, mas sim fornece um *framework* para que aplicações específicas possam ser desenvolvidas. Atualmente, existem poucas aplicações, disponíveis para os controladores, capazes de ser facilmente transportadas de uma implementação de rede *openflow-enabled* para outra. Uma das aplicações com essa capacidade é o *RouteFlow* [Nascimento 2011].

O *RouteFlow* é, resumidamente, uma aplicação composta por um controlador que recebe de softwares clientes as informações necessárias para tratar os fluxos de rede. Tais clientes estão instalados em máquinas virtuais, interligadas de tal modo a refletir exatamente a topologia da rede física e suas interconexões.

Ao que se tem notícia, a implementação do *RouteFlow* aqui proposta, utilizando uma rede em produção, será pioneira no Brasil. Sabe-se que há algumas iniciativas em outros países, como o Projeto Cardigan [White 2013] na Nova Zelândia e o Projeto NDDI/OS3E [NDDI and OS3E 2011] nos EUA.

## 2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar o *RouteFlow* como sendo uma alternativa viável de implementação do roteamento virtualizado de uma rede em produção, que controle de forma centralizada o intercâmbio de pacotes entre os roteadores físicos da rede, de modo a possibilitar o uso de Switches L2 (*Layer 2 - Camada 2*) ao invés de Switches L3. Esta ação trará economia de custos, ao mesmo tempo que permitirá o aumento da capacidade de vazão de dados na unespNET, pois comumente os Switches L2 têm alta capacidade de chaveamento de pacotes aliada ao baixo custo.

## 3. Justificativa

Embora a economia de custos tenha peso significativo na justificativa para esta experiência, como já mencionado, este não é o único motivo.

Um importante fator técnico é que, embora as regras para o OSPF estejam explícitas de forma clara nas *RFCs* do *IETF*, não há impedimentos para que os fabricantes criem

suas próprias implementações do protocolo, fazendo com que sejam ligeiramente diferentes entre si e, por consequência, podendo ocasionar incompatibilidades entre os elementos ativos da rede. Considerando estas pequenas diferenças, tal fato poderia impossibilitar o uso de alguma funcionalidade mais específica do protocolo padrão nas configurações *multi-vendor* (que são instalações usando mais de um fabricante de equipamentos). Com a utilização de um ambiente de roteamento virtualizado e controlado de forma centralizada, este problema deixa de existir, tornando o ambiente completamente independente do fabricante do equipamento, bastando que o *hardware* utilizado seja *openflow-enabled*.

Uma grande vantagem do modelo proposto nesta experiência é que, considerando a arquitetura de uma rede *multi-vendor*, as diferenças de sintaxes entre o CLI (*Command-Line Interface*) de cada fabricante passam a não mais importar, pois todo o ambiente passa a ser controlado de forma centralizada e por máquinas virtualizadas idênticas, que utilizam os mesmos comandos de configuração. Este é um fator importante no momento da configuração do ambiente e, principalmente, agiliza o processo de *troubleshooting*, facilitando o suporte em momentos de falha na rede, quando são exigidos diagnósticos rápidos e precisos.

#### 4. Ambiente Utilizado

Para este experimento, uma parte da rede em produção da unespNET será utilizada, especificamente o link entre a Reitoria (onde são conectados todos os links da unespNET) e o câmpus de Rio Claro. Algumas características motivaram a escolha destes locais: o Projeto de Openflow é executado pelo GRC, que fica na Reitoria, a média de utilização da largura de banda do câmpus de Rio Claro é próxima de 100%, há ligação direta entre o câmpus e a Reitoria e os dois locais contam com profissionais com conhecimento em Openflow.

Para ilustrar, a *Figura 1* demonstra a topologia a ser utilizada:

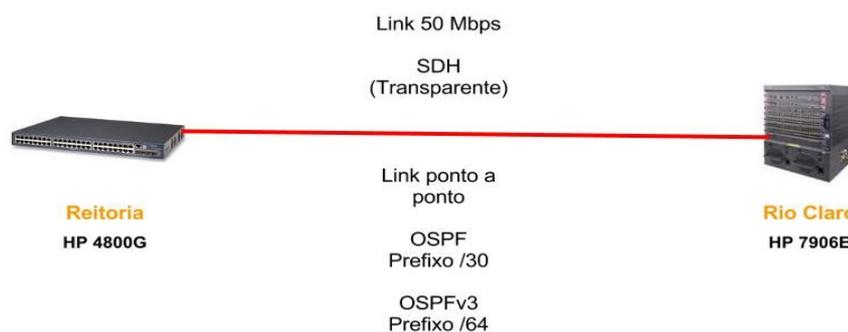


Figura 1. Topologia Atual da Experiência

Para esta experiência, será usado o controlador *POX*, por questões de familiaridade. Será instalado o *RouteFlow* para as funções de roteamento virtualizado. Serão utilizados modelos de Switch openflow-enabled do fabricante Datacom. A escolha pelo fabricante se deve ao fato da existência de Acordo de Cooperação entre o *CPqD* e a *Datacom*, facilitando e agilizando o suporte nas questões técnicas. Ressalte-se que, sendo a *Datacom* uma empresa nacional, com uma equipe de desenvolvimento no Brasil, há facilidade de contato técnico na resolução de problemas. Para as próximas fases do Projeto, pretende-se também utilizar equipamentos de outros fabricantes. Com o intuito de se criar um *baseline* para a experiência, apresenta-se nas figuras a seguir, estatísticas de uso do link de dados a ser utilizado, de forma que, após o experimento, seja possível comparar o desempenho novamente, desta vez utilizando o Openflow. Na *Figura 2*, é apresentado um histórico de uso de banda e na *Figura 3*, estatísticas da latência de rede.

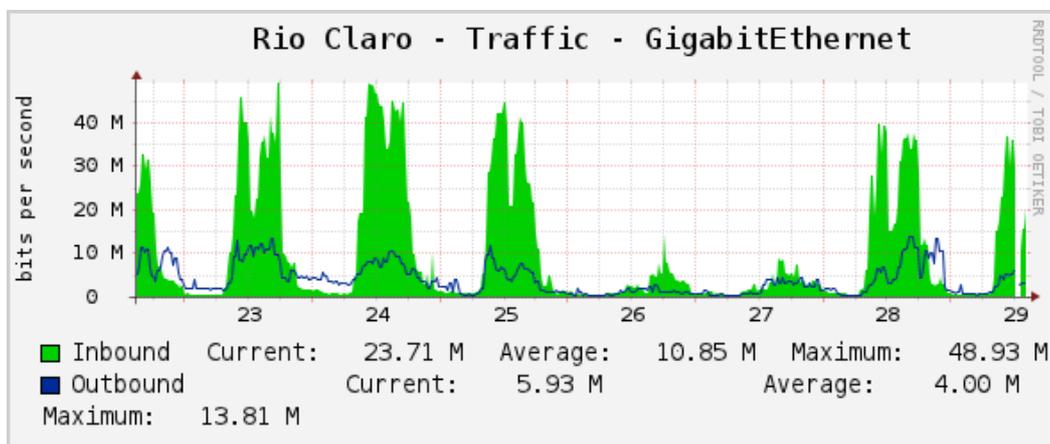


Figura 2. Gráfico de uso de Banda (utilizando Cacti)

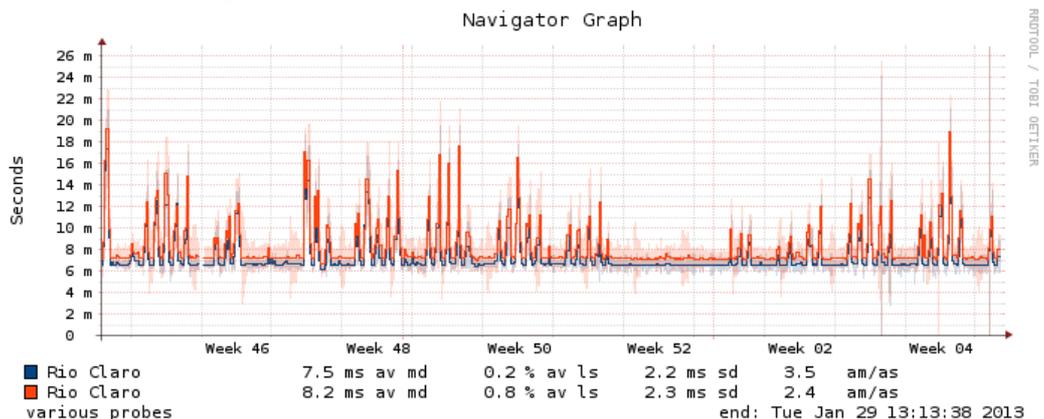


Figura 3. Gráfico de Latência da rede (utilizando Smokeping)

Finalmente, é importante ressaltar que, como este é um link em produção, ou seja, há necessidade de uma conexão estável, pois o câmpus depende deste acesso para os diversos serviços de rede como Sistemas Institucionais, VoIP (*Voice over IP*), VPN (*Virtual Private Network*), Rede Sem Fio, entre outros, as interrupções e instabilidades

devem ser evitadas ao máximo e, caso ocorram, devem ser restauradas no menor tempo possível. Estes fatores impõem grande responsabilidade ao experimento, exigindo um comprometimento de todos os envolvidos, bem como familiaridade com os recursos de software e hardware utilizados.

### 5. Implementação e Avaliação

Dado o ambiente proposto e as soluções de software e hardware a serem utilizadas, o grande desafio é planejar cuidadosamente as fases do Projeto, controlando e tratando os riscos, minimizando assim a chance de falhas.

Após concluídos todos os testes em laboratório com o POX, Switches Datacom e o Routeflow em um ambiente controlado, a implementação dar-se-á em fases, conforme segue:

1. Inserção dos equipamentos, um em cada ponta do link, realizando o forwarding em camada 2, sem Openflow/Routeflow.
2. Conexão dos equipamentos ao controlador POX, executando a aplicação Routeflow, ainda sem comutação do tráfego de produção.
3. Conexão de dois computadores, um em cada equipamento openflow, através de Prefixos TCP/IP de tamanho /30, de modo a realizar a comunicação entre estes dois equipamentos, passando pelo Routeflow.
4. Migração gradativa das VLANs de produção para o controle Routeflow.

Especificamente as fases 1 e 4 demandam um maior planejamento. A Fase 1 causará uma interrupção total temporária do link. A Fase 4 deverá causar essa interrupção na VLAN que estiver sendo migrada.

A *Figura 4* ilustra o layout final do ambiente proposto:

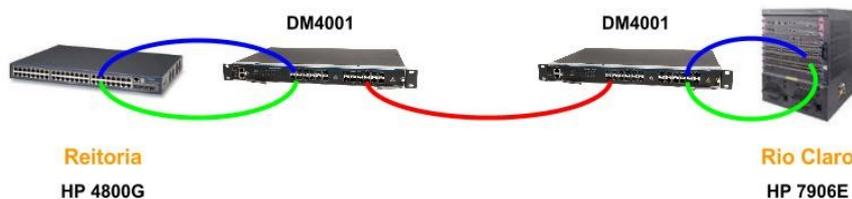


Figura 4. Layout final

Durante todas as fases, pretende-se avaliar a estabilidade do ambiente, coletando informações estatísticas de latência e tráfego da rede, para ser comparado com o *baseline*.

Embora a análise de performance seja fundamental, o GRC pretende priorizar a análise de uso do Routeflow comparado ao modelo atual, procurando por definições inequívocas de fatos que comprovem as vantagens e desvantagens deste tipo de configuração.

## 6.Expectativas e Planos Futuros

Considerando o objetivo da experiência, casos de usos existentes e os testes já realizados anteriormente, as expectativas são:

1. Avaliar o uso do Routeflow, resultando na contribuição da Unesp com sugestões ao CPqD, quer seja na documentação, códigos para novas funcionalidades, também na avaliação do ambiente proposto por meio dos parâmetros comparativos com o ambiente atual (sem Openflow).
2. Inserção da unespNET no uso de tecnologias SDN, criando um caso de uso de sucesso, incentivando e divulgando material técnico para a comunidade.
3. Otimização do roteamento na unespNET, centralizando a administração do OSPF em um ambiente virtualizado, reduzindo, facilitando e agilizando os procedimentos necessários para gerenciamento da rede WAN, e utilizando uma CLI comum e independente de fabricante.
4. Preparar o ambiente para os grupos de pesquisa em redes e sistemas distribuídos da Unesp, inclusive alguns destes já manifestaram interesse no desenvolvimento de uma infraestrutura de rede experimental de larga escala. Assim, podem ser aproveitadas as características do Openflow em conjunto com o Flowvisor, as quais permitirão a execução simultânea de experimentos executados em paralelo com o tráfego de produção.
5. Investir em experiências que possibilitem a implantação de técnicas de engenharia de tráfego, como por exemplo roteamento entre VLANs de diferentes câmpus.
6. Estudar a integração do SDN com outros conceitos de rede como por exemplo o *BYOD (Bring your own device)*, de forma a possibilitar o desenvolvimento de ferramentas voltadas para a segurança da rede.

## 7.Referências

- Nascimento, M. R., Rothenberg, C. E., Denicol, R. R., Salvador, M. R., e Magalhães, M. F. (2011) "RouteFlow: Roteamento Commodity Sobre Redes Programáveis", <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbrc/2011/001.pdf>, Revista Brasileira de Redes e Sistemas Distribuídos
- White, S. (2013) Project Cardigan "An SDN Controlled Exchange Fabric", <http://www.nanog.org/meetings/nanog57/presentations/Wednesday/wed.lightning3.wyte.sdn.controlled.exchange.fabric.pdf>
- NDDI and OS3E (2011) "NDDI and Open Science, Scholarship and Services Exchange", <http://www.internet2.edu/network/ose/>, acessado em 12/03/2013