



# Análise do uso de SDN para balanceamento de carga

Leonardo de Carvalho Freitas Padilha Aguiar

MAC0499 - Trabalho de Formatura Supervisionado  
Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo

leonardo.aguiar@usp.br



## Resumo

Rede definida por software (ou software defined networking, SDN) é um recurso recente que permite a criação, controle e personalização da rede com o uso de software, diferentemente do modelo tradicional onde a rede era fixa e definida por hardware. Essa mudança de paradigma é realizada com a existência de uma entidade central na rede, chamada de controlador, que é responsável por enviar para os switches as regras de repasse, modificação e/ou bloqueio de fluxos de pacotes. O objetivo desse trabalho é analisar o uso de SDN para balanceamento de carga através do desenvolvimento de um balanceador que possa executar três algoritmos diferentes, dando ao usuário a possibilidade de escolher e alterar (em tempo de execução) qual será utilizado, bem como seus parâmetros.

## 1. Introdução

A técnica de balanceamento de carga para redirecionamento de pacotes entre um conjunto de servidores vem sendo amplamente utilizada em aplicações web, principalmente através da implementação de um hardware específico (o chamado **balanceador de carga**). Esses dispositivos, porém, possuem alto custo de implementação e de manutenção, fazendo com que administradores de rede das aplicações busquem formas alternativas de realizar balanceamento de carga.

Uma das alternativas é a utilização de redes definidas por software para permitir aos usuários uma maior flexibilidade e interação, algo que não poderia ser feito com os dispositivos de balanceamento físicos.

**Este trabalho, portanto, tem como objetivo analisar o desempenho e o custo de implementação do uso de SDN para a realização do balanceamento de carga. Disponibilizando, também, o código do balanceador como software livre.**

## 2. Redes definidas por software

As redes definidas por software (ou SDN, do inglês *software defined networking*) são um conceito de desacoplação do plano de dados (a camada que transporta os dados do usuário) e do plano de controle (a camada responsável por definir como os dados serão encaminhado) das redes tradicionais de tal forma que se consiga definir os encaminhamentos dos dados utilizando software.

A arquitetura de SDN divide as redes em três camadas distintas e independentes, como pode ser visto na Figura 1, enquanto nas redes tradicionais essa organização fica dentro dos dispositivos de rede (roteadores, *switches*, etc.) sendo definido pelo fabricante, como podemos ver na Figura 2.

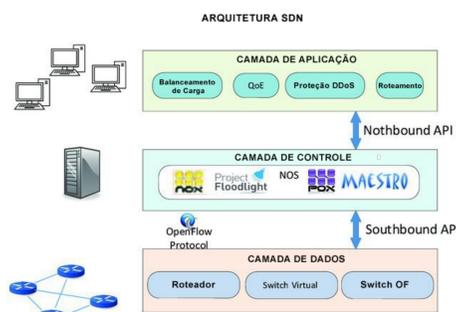


Figura 1: Arquitetura SDN.[2]

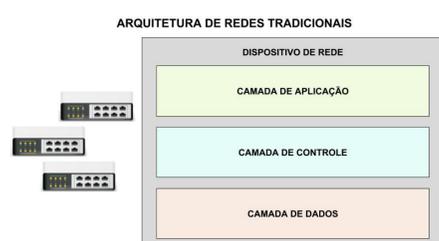


Figura 2: Arquitetura de redes tradicionais.

Dessa forma, o usuário consegue desenvolver programas na **camada de aplicação** utilizando as abstrações e a comunicação oferecida pela **camada de controle** e, assim, pode alterar diretamente o funcionamento dos dispositivos de rede da **camada de dados**.

A camada de controle é onde reside o **controlador** da SDN e é análoga ao sistema operacional de um computador, pois é um software que fornece as abstrações dos dispositivos de rede para as aplicações e faz a comunicação entre eles. Essa comunicação (também conhecida como *Southbound API*) é feita através de protocolos bem definidos, que fazem o controle das tabelas de fluxo dos dispositivos, sendo o mais conhecido o protocolo *OpenFlow*. Já a comunicação entre o controlador e a camada de aplicação (ou *Northbound API*) é feita por interfaces REST (do inglês *Representational State Transfer*, Transferência de Estado Representacional, uma arquitetura de comunicação).

## 3. Balanceamento de carga utilizando SDN

O uso de SDN para balanceamento de carga pode ser feito substituindo o balanceador físico por um *switch* SDN. Esse *switch*, portanto, estará conectado não só ao controlador, como também ao conjunto de servidores.

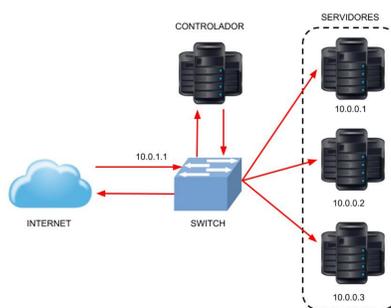


Figura 3: Funcionamento do balanceador de carga utilizando SDN.

Assim, ao receber uma requisição, o *switch* verificará se existe algum fluxo definido para aquela requisição e, caso não haja, irá perguntar ao controlador qual ação executar. A aplicação de balanceamento de carga que está no controlador será a responsável por definir para qual dos servidores a requisição será enviada.

O preço de implementação dessa técnica varia de acordo com o preço do *switch* a ser utilizado. Entretanto, esses dispositivos são, em geral, mais baratos do que balanceadores de carga com características semelhantes, como podemos ver na tabela abaixo.

Dispositivo	Taxa de transf.	Preço (U\$)	Tipo
Pica8 P-3297	176 Gbps	3,960.00	SDN
F5 LTM 7000S	40 Gbps	15,000.00	Tradicional

## 4. Aplicação desenvolvida e análise de desempenho

A análise de desempenho foi feita com um balanceador de carga baseado no controlador de SDN POX[1]. Esse balanceador foi desenvolvido ao longo do projeto e possui três tipos de algoritmos de balanceamento: *random*, *round-robin* e *least-bandwidth*.

Foram feitos testes de carga para analisar o tempo de resposta do balanceador para diferentes números de servidores entregando páginas de tamanho aleatório entre 100KB e 50MB. Essa análise também foi feita com os três algoritmos de balanceamento diferentes, os resultados podem ser vistos na Figura 4.

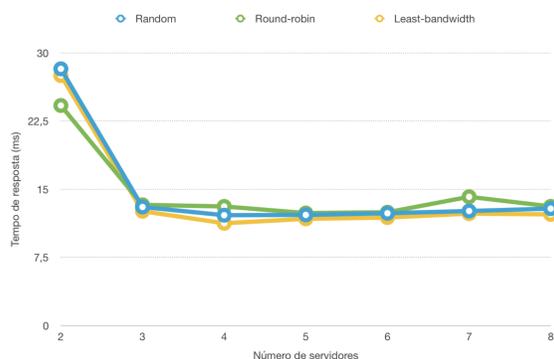


Figura 4: Gráfico do tempo de resposta com relação ao número de servidores para cada um dos algoritmos.

Os testes mostraram que o tempo de resposta tende a cair ao passo que o número de servidores aumenta, além disso, é possível perceber que a diferença de tempo entre os algoritmos é muito baixa.

Analisou-se também como o balanceador se comporta quando oito servidores entregam páginas de tamanhos fixos, os resultados são mostrados na Figura 5.

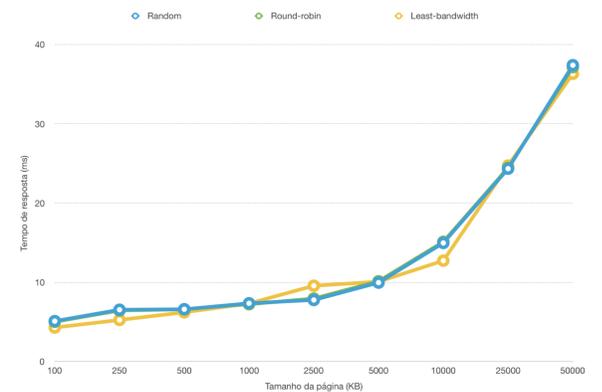


Figura 5: Gráfico do tempo de resposta com relação ao tamanho das páginas oferecidas pelos servidores para cada um dos algoritmos.

Como na análise anterior, o tempo de resposta entre os algoritmos é muito próximo, entretanto, é perceptível que, de um modo geral, o *least-bandwidth* apresenta uma menor tempo de resposta para páginas maiores que 5MB, isso se dá pelo modo como o algoritmo seleciona o servidor baseado no tráfego consumido por cada um. Todos os tempos de respostas dos testes estão dentro do que se considera uma resposta instantânea. [3]

## 5. Considerações Finais

Utilizando o balanceador criado para este trabalho, os testes mostraram que o tempo de resposta de um conjunto de servidores que fazem seu uso está dentro da margem de aceitação do usuário (menor que 0.1 segundo).

Na perspectiva do que foi tratado até aqui, pode-se concluir que o uso de SDN para o balanceamento de carga tende a ser melhor quando comparado ao uso de balanceadores físicos, pois permite uma maior flexibilidade ao administrador de rede já que ele pode alterar o funcionamento do balanceador em tempo de execução. Além de ter um bom desempenho de balanceamento, como foi constatado nos testes de carga, pode ser uma alternativa mais acessível, pois o custo de implementação é limitado apenas pelo *switch* OpenFlow utilizado.

Entretanto, algumas características que tornam o balanceador de carga físico mais interessante, como descarregamento SSL e proteção DDoS, podem ser adicionados ao balanceador utilizando SDN pois todas as informações necessárias para isso são providas pelo controlador.

**Dessa forma, acredita-se que existe a possibilidade de continuação do trabalho focando no desenvolvimento de melhorias para balanceador de carga (cujo código está disponível no repositório do controlador POX), adicionando as características dos balanceadores físicos mencionadas anteriormente.**

## Referências

- [1] POX Controller. <https://github.com/noxrepo/pox>. Último acesso em 4/11/2018.
- [2] Jesús Fernández, Luis García Villalba, and Tai-Hoon Kim. Software defined networks in wireless sensor architectures. *Entropy*, 20:225, 03 2018.
- [3] Jakob Nielsen. Response Times: The 3 Important Limits. <https://www.ngroup.com/articles/response-times-3-important-limits/>, June 1993. Último acesso em 24/09/2018.