

## Campus Test Cloud: Uma Proposta de Testbed Universitária

Ricardo Bianchin Gomes<sup>1</sup>, Gabriel Marchesan<sup>1</sup>, Anderson M. da Rocha<sup>1</sup>, Nilton C. Batista<sup>1</sup>, Roseclea D. Medina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

{ricardo, gmarchesan, amonteiro, nbatista, rose}@inf.ufsm.br

**Abstract.** *The need of large-scale computing research have stimulating the creation of testbeds. At the same time, computing resources virtualization through cloud computing have been showing itself as a very attractive tool for institutions, by providing savings, good performance and better availability of services. However, access to these technologies is not well diffused in public education institutions. So, this works proposes an architecture of computing that integrates cloud computing and testbeds inside universities, the Campus Test Cloud.*

**Resumo.** *A necessidade de realização de pesquisas de computação em larga escala vem estimulando a criação de redes de experimentação. Ao mesmo tempo, a virtualização de recursos computacionais através das clouds vem se demonstrando uma ferramenta muito atraente para as instituições, por prover economia, bom desempenho e melhor disponibilidade dos serviços. Contudo, o acesso a ambas as tecnologias ainda não é bem difundido nas instituições públicas de ensino. Assim, este trabalho propõe uma arquitetura de computação que integra cloud computing e testbeds dentro das universidades, a Campus Test Cloud.*

### 1. Introdução

A Internet cresceu muito nas três últimas décadas, e tem sido bem-sucedida em lidar com aplicações distribuídas. Contudo, apesar do crescimento, a Internet ainda se utiliza da mesma arquitetura inicial, sofrendo com as limitações do modelo TCP/IP. Ainda, a sua disseminação e popularidade acabam por ser outro fator limitante para a continuidade de sua expansão, uma vez que a adoção de novos padrões de funcionamento devem atender a diversos interesses [Chowdhury e Boutaba 2010]. Desta forma, muitos autores acreditam que uma solução para este impasse seria um redesenho da atual arquitetura da Internet [Farias *et al.* 2011].

No intuito de viabilizar pesquisas de novos protocolos e tecnologias que permitam o avanço da rede mundial, surgiram as redes de experimentação, também conhecidas como *testbeds*. Estas redes consistem de um ambiente de computação onde é possível executar testes em larga escala e desenvolver novos protocolos e/ou novos serviços em Redes de Computadores (RC), embora seu uso não esteja limitado a esta área. Graças aos avanços de novas tecnologias de Redes Definidas por *Software* (SDNs) e virtualização de redes, as *testbeds* podem ser virtualizadas, operando em conjunto com uma rede de produção,

reduzindo custos de implantação e manutenção. Portanto, virtualização pode acelerar o desenvolvimento de novos conceitos em RC [Blenk *et al.* 2015].

Porém, mesmo com o crescimento destas tecnologias, grupos individuais de pesquisa em universidades públicas brasileiras muitas vezes carecem de recursos computacionais para o desenvolvimento de seus projetos. Assim, este trabalho vem propor uma arquitetura modelo de *testbed* universitária para ser implantada em campi de universidades, de forma a potencializar a realização de pesquisas em computação.

## 2. Proposta: Campus Test Cloud (CTC)

O principal objetivo da arquitetura CTC é prover uma rede de experimentação, fomentando a pesquisa, juntamente com a rede de produção da instituição, de forma a maximizar o aproveitamento de *hardware* e consumo de energia. A arquitetura pode ser vista como uma nuvem universitária, distribuída entre diversos centros de ensino, com infraestrutura de rede baseada em SDN (*OpenFlow*). Esta nuvem provê serviços de terminal para os usuários da instituição e recursos virtuais de computação e de redes para a execução de experimentos de pesquisa, sendo baseada em tecnologias *open source* como o OpenStack ou OpenNebula.

As principais vantagens em se empregar esta arquitetura consistem em: 1) aproximação dos pesquisadores às tecnologias de *testbeds*, fomentando o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas; 2) gerenciamento centralizado de recursos; 3) melhor disponibilidade de serviços e 4) economia de energia, graças ao melhor aproveitamento de recursos de *hardware*.

A figura 1 apresenta a organização geral do modelo proposto. A arquitetura é composta de três principais componentes: Centro de Processamento de Dados (CPD), Núcleos Prediais e Clientes de Terminal, que serão apresentados a seguir.

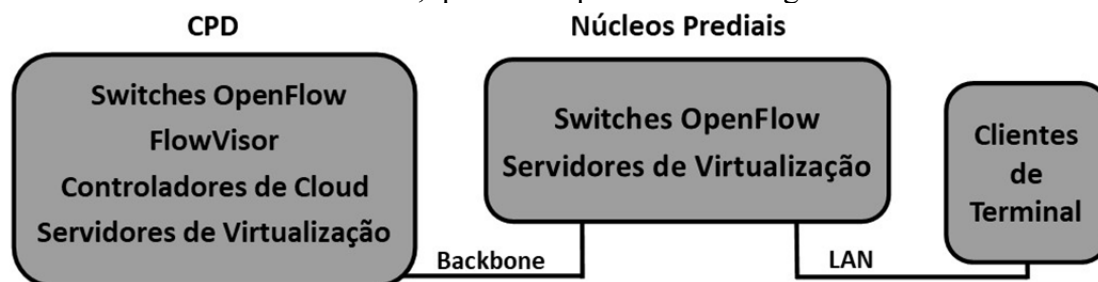


Figura 1. Arquitetura da Campus Test Cloud

### 2.1 Centro de Processamento de Dados

No CPD, encontram-se *switches OpenFlow*, responsáveis por comutar o tráfego de ambas as redes de experimentação e de produção do campus. Ambos os tipos de tráfego podem coexistir simultaneamente dentro da mesma infraestrutura física, graças ao “fatiamento” dos recursos de rede, que é provido pelo *hypervisor* de rede *FlowVisor* (FV). Para isso, existe um servidor dedicado à execução deste controlador SDN especializado. Cada *slice* criado pelo FV possui seu próprio controlador SDN dedicado em execução.

O CPD possui ainda outros dois componentes: os Controladores de *Cloud* (CC) e os Servidores de Virtualização (SV). Os CCs são responsáveis por orquestrar a utilização dos recursos de *cloud computing*, distribuídos entre o campus. Os SV provêm recursos

virtualizados para a rede de experimentação e a execução de máquinas virtuais e/ou containers para a nuvem privada da instituição.

A alocação de recursos para experimentação se dá através de um *framework* de gerenciamento e controle, serviço também fornecido pelo CPD. Através dele, um usuário pode criar um experimento dentro da *testbed* universitária, alocar recursos e executá-lo, de forma similar à encontrada nas grandes *testbeds*.

## 2.2 Núcleos Prediais

Os Núcleos Prediais (NPs) podem ser vistos como CPDs menores, ou como “ilhas”, localizados em cada prédio da instituição. Suas principais funções são: 1) disponibilizar recursos computacionais e de rede para a *testbed* e 2) virtualizar as estações de trabalho e prover serviços com baixa latência aos usuários de terminal. Eles são compostos de ao menos um *switch OpenFlow* e um servidor de virtualização.

Os NP são ligados ao CPD através de um *backbone* redundante de fibra óptica, pelo qual trafegam dados de produção e de experimentação. Os *switches OpenFlow* de cada NP são pertencentes à infraestrutura SDN como um todo, sendo assim gerenciados pelos controladores existentes no CPD.

Os servidores de virtualização existentes em cada NP são responsáveis por virtualizar as estações de trabalho dos usuários e prover recursos computacionais para a *testbed*. A virtualização de estações de trabalho é um ponto vantajoso, pois através desta técnica, obtém-se redução no consumo total de energia, melhor aproveitamento dos recursos computacionais e economia de espaço físico [Shikida *et al.* 2012]. Os SV são componentes integrantes à *cloud* privada como um todo, sendo que seu gerenciamento é feito essencialmente pelo CC existente no CPD.

## 2.3 Clientes de Terminal

Os Clientes de Terminal são as estações de trabalho finais dos usuários que se encontram dentro da instituição. Constituem-se de *thin clients* conectados pela rede predial até o NP. As principais vantagens em se usar *thin clients* no lugar de computadores convencionais são o baixo custo de aquisição e baixo consumo de energia.

Ao ligar o terminal, o cliente pode escolher o Sistema Operacional (SO) desejado através de uma interface gráfica. No momento em que o SO for escolhido, o controlador da nuvem solicita a um servidor de virtualização do núcleo predial em questão para que crie uma instância de máquina virtual para ser utilizada pelo cliente.

## 3. Trabalhos Relacionados

Shikida *et al.* (2012) reportam um caso de sucesso em implantação de uma nuvem privada em uma universidade no Japão, utilizando-se *VMware vSphere* para a virtualização de *hosts*. A função desta nuvem é prover armazenamento de dados e serviços de terminais aos alunos e funcionários da instituição. Os principais resultados alcançados através desta arquitetura foram: melhor utilização de recursos computacionais; economia de 48% de energia elétrica e economia de 70% de espaço. Porém, a arquitetura apresentada não são disponibiliza serviços de *testbed* aos usuários.

Outras *testbeds* tem sido desenvolvidas recentemente, como GENI, OFELIA, FIBRE. A primeira visa desenvolvimento e validação de tecnologias de redes de

computadores na América do Norte [Berman *et al.* 2014]. Já a segunda é uma *testbed* europeia baseada em OpenFlow, composta de *testbeds* individuais providas por entidades parceiras do projeto [Suñé *et al.* 2014]. Por fim, a FIBRE é uma rede de experimentação que visa promover pesquisas em Internet do futuro no Brasil [Salmito *et al.* 2014].

Enquanto as *testbeds* acima apresentadas visam apenas fornecer recursos para experimentação, este trabalho propõe o compartilhamento de infraestruturas físicas para ambos fins de experimentação e produção, nas instituições de ensino, maximizando o aproveitamento do *hardware* instalado.

#### 4. Considerações Finais

A necessidade de se desenvolverem pesquisas de novas tecnologias em redes de computadores e em outras áreas da computação foram fatores determinantes para o surgimento das *testbeds*. Contudo o acesso a redes de experimentação e recursos computacionais para a realização de experimentos ainda se demonstra insuficiente dentro de instituições públicas de ensino no Brasil.

No intuito de alavancar a pesquisa em informática e em áreas afins, apresentou-se, neste trabalho, uma proposta de arquitetura que converge tecnologias SDN e *cloud computing*, de forma a criar uma *testbed* universitária operando em conjunto com uma nuvem privada. Assim, almeja-se que o modelo proposto consiga: 1) estimular o desenvolvimento de pesquisas, por aproximar os usuários a um ambiente de experimentação real; 2) prover economia de energia, através da virtualização de estações de trabalho e migração destas para a nuvem privada e 3) prover melhor disponibilidade dos serviços, assim como facilidade de seu gerenciamento e 4) redução de custos de infraestrutura, pois esta é compartilhada.

#### Referências

- Berman, M. *et al.* (2014) “GENI: A federated testbed for innovative network experiments”, em *Computer Networks*, vol. 61, p. 5-23;
- Blenk, A., Basta, A., Reisslein, M. Kellerer, W. (2015) “Survey on network virtualization hypervisors for Software Defined Networking”.
- Chowdhury, N. M. M. K. e Boutaba, R. (2010) “A survey of network virtualization”, em *Computer Networks*, vol. 54, ed. 5, p. 862-876.
- Farias *et al.* (2011) “Pesquisa experimental para a Internet do futuro: uma proposta utilizando virtualização e o framework OpenFlow”, em XXIX Simpósio de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos - SBRC
- Guedes, D. *et al.* (2012) “Redes definidas por software: uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento das pesquisas em Redes de Computadores”.
- Salmito, T. *et al.* (2014) “FIBRE – An International Testbed for Future Internet Experimentation”, em *Anais do 32º SBRC*, 2014.
- Shikida, M. *et al.* (2012) “An Evaluation of Private Cloud System for Desktop Environments”, em 40<sup>th</sup> Annual ACM SIGUCCS Conference on User Services, p. 131-134.
- Suñé, M. *et al.* (2014) “Design and Implementation of the OFELIA FP7 Facility: The European OpenFlow Testbed”, em *Computer Networks*, vol 61, p.132-150.