

# Virtualização de Imagens de Sistemas Operacionais nos Laboratórios de Informática da UFSM

Lucas F. Silva<sup>1</sup>, Rafael G. Trindade<sup>1</sup>, Rafael Boufleuer<sup>1</sup>, João V. F. Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Ciência da Computação – NCC  
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Santa Maria – RS – Brasil

{lferreira, rtrindade, rboufleuer, jvlima}@inf.ufsm.br

**Abstract.** *This paper presents a solution based on virtual machines for the computing laboratories managed by the NCC of UFSM. Each physical computer offers a set of virtual systems to the user; thus, each course has a safe and personalized virtual system. The NCC developed an interface that allows users to choose a virtual system to run.*

**Resumo.** *Este trabalho apresenta uma solução baseada na virtualização de ambientes de trabalho (máquinas virtuais) para laboratórios de ensino dos cursos de Informática atendidos pelo Núcleo de Ciência da Computação (NCC) da UFSM. Cada computador físico pode oferecer máquinas virtuais de diversos sistemas, possibilitando que cada disciplina ou atividade possa ter um ambiente personalizado e seguro. Uma interface desenvolvida pelo NCC permite aos usuários a escolha de qual sistema deseja instanciar.*

## 1. Introdução

O Núcleo de Ciência da Computação (NCC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) é responsável pelos laboratórios de ensino que atendem a dois cursos de graduação e uma pós-graduação na área de Informática. O papel desempenhado pelo NCC consiste em manter serviços básicos de rede, zelar pelo bom funcionamento dos laboratórios de ensino, e atender as demandas dos cursos atendidos.

Cada disciplina ou minicurso demanda requisitos específicos de software e sistema operacional, muitas vezes incompatíveis mutuamente. É importante salientar a necessidade de manter um sistema que atenda a demanda de uso dos laboratórios para atividades curriculares, variando os tipos de disciplinas e cursos envolvidos. Disciplinas diferentes necessitam de programas, sistemas operacionais e especificações de hardware (memória, espaço em disco, etc.) diferentes, aumentando a complexidade de gerir um sistema único que atenda as necessidades para todas essas especificações.

Nesse contexto, a manutenção dos laboratórios de ensino do NCC torna-se impraticável visto que cada alteração no sistema dos laboratórios deve ser propagada a dezenas de computadores, consumindo tempo e recursos. Historicamente, o NCC utilizou por muitos anos o sistema de boot remoto BpBatch<sup>1</sup> para replicar imagens [Kreutz 2003]. Devido a sua descontinuidade, passou-se a utilizar o sistema FOG para replicar imagens de sistemas GNU/Linux e Windows. Porém, a utilização do FOG apresentava diversas

<sup>1</sup><http://www.bpbatch.org/>

desvantagens como dificuldade de manter constantes alterações do sistema por demanda dos cursos, tamanho da imagem final do sistema e problemas no momento de replicar a imagens em determinados computadores devido a problemas em hardware.

Este trabalho apresenta uma solução baseada na virtualização de ambientes de trabalho (máquinas virtuais) para laboratórios de ensino dos cursos de Informática atendidos pelo NCC da UFSM. Cada computador físico pode oferecer máquinas virtuais de diversos sistemas, possibilitando que cada disciplina ou atividade possa ter um ambiente personalizado e seguro. Uma interface desenvolvida pelo NCC permite aos usuários a escolha de qual sistema deseja instanciar.

## **2. Sistema de Virtualização**

Os sistemas virtuais são disponibilizados no NCC da UFSM de acordo com a demanda dos laboratórios de ensino. Professores ou responsáveis pela demanda podem escolher o sistema operacional (Windows, Linux ou FreeBSD) e descrever os programas que precisam ser instalados no sistema. A virtualização é completa por meio de QEMU [Bellard 2005] e KVM [Kivity et al. 2007] com extensões de *hardware* habilitadas.

Cada computador do laboratório pode rodar sistemas virtuais, sendo que as permissões dos usuários são distintas entre sistema físico e virtual. No sistema físico, os usuários não possuem permissões de administrador e a eles é permitido somente instanciar máquinas virtuais. O sistema virtual permite qualquer alteração pois a virtualização isola qualquer ação por parte dos usuários.

### **2.1. Interface com o Usuário**

O computador cliente executa uma aplicação responsável por oferecer ao usuário uma interface para seleção e execução das máquinas virtuais disponíveis, implementado com a linguagem de programação Python. A figura 1 ilustra o programa implementado para uso nos laboratórios. Ele permite instanciar uma máquina virtual e conectar-se a ela por meio do protocolo VNC (*Virtual Network Computing*) sem perda de desempenho. Caso o usuário feche o cliente VNC, o programa permite operações como reconectar ou desligar a máquina virtual através da biblioteca *libvirt* que oferece métodos em Python para gerenciar máquinas virtuais.

### **2.2. Imagem da Máquina Física**

A imagem da máquina física consiste em um sistema Debian GNU/Linux com interface gráfica básica a fim de suportar máquinas virtuais. O computador possui usuário único chamado *ncc* sem quaisquer permissões administrativas, exceto por instanciar máquinas virtuais. Dessa forma, usuários dos laboratórios não podem alterar o sistema físico de cada computador. A imagem do sistema instalado não ultrapassa 1GB.

O espelhamento da imagem física é realizado por meio da ferramenta FOG [Team 2016]. Para clonar computadores, primeiramente precisa-se de um computador com o sistema básico instalado e então copia-se uma “imagem” de seu disco rígido local para um servidor na rede gerenciado pelo FOG. Dessa forma, essa imagem pode ser espalhada em diversos computadores pela rede, criando máquinas “clones” da primeira máquina.

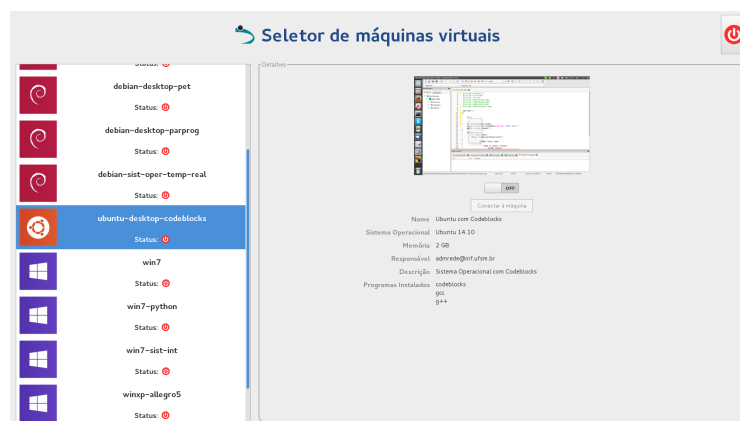


Figura 1. Aplicativo seletor de máquinas virtuais disponíveis aos usuários.

### 2.3. Compartilhamento de Imagens

O sistema implementado compõe-se de um modelo cliente-servidor, onde o servidor disponibiliza imagens de máquinas virtuais aos computadores clientes através do protocolo NFS (Network File System) de compartilhamento de arquivos. Optou-se por essa estratégia devido aos seguintes fatores:

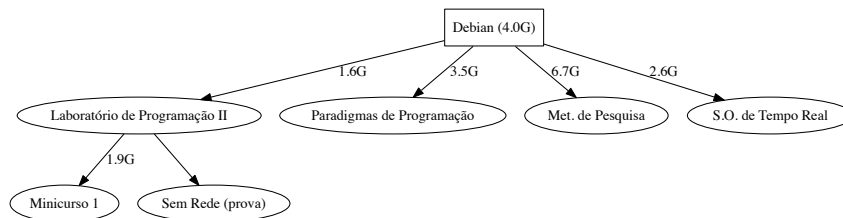
1. Atualizações em imagens virtuais não demandam alterações nas máquinas físicas dos laboratórios.
2. Os computadores dos laboratórios possuem tamanhos de disco rígido distintos e, portanto, nem todos poderiam armazenar todas as imagens virtuais necessárias.

A fim de economizar o espaço de armazenamento no servidor NFS, utilizou-se o formato de disco QCOW2 [McLoughlin 2008]. As principais características que justificaram sua escolha foram:

1. O arquivo de imagem cresce a medida que os dados são armazenados. Dessa forma, é possível criar discos virtuais que consomem somente o necessário em espaço físico.
2. Suporte a cópia em escrita (*copy-on-write*), o que permite criar uma imagem base e utiliza-la sem alterações. Dessa forma, pode-se criar diferentes configurações de um mesmo sistema sem alterar o original e descartar alterações quando necessário.

A figura 2 ilustra a imagem virtual de um sistema operacional base Debian e suas imagens derivadas. A diferença de tamanho entre a imagem base e as derivadas é indicada pelas setas contínuas e o espaço adicional gerado pelas alterações. Setas sem valor (imagem virtual “Sem rede” da fig. 2) indicam alterações de configuração que não modificam o sistema tais como remoção de interfaces de rede, aumento de memória, etc. Exceto a imagem base, as outras imagens virtuais correspondem a uma disciplina ou demanda de uso dos laboratórios de ensino. A principal desvantagem do formato QCOW2 é falta de suporte a montagem direta, ou seja, é necessário um utilitário do QEMU para acessar os arquivos da imagem.

O desempenho no acesso das imagens virtuais é garantido graças à um sistema de *cache* do NFS a fim de evitar gargalos de rede. O FS-Cache [Howells 2006] reduz



**Figura 2.** Imagem base (retângulo) e derivadas para cada disciplina (elipse).

os acessos à rede ao armazenar localmente os arquivos remotos em uso. Cada computador físico dedica uma partição física para *cache* (em geral a partição `/dev/sda3` com sistema de arquivos Ext4).

Não obstante, as máquinas virtuais descartam modificações de seus usuários através do armazenamento *copy-on-write* do QCOW2, ou seja, alterações no sistema são escritas em uma imagem local temporária. Essa imagem local com alterações dos usuários é descartada sempre que a máquina física é reiniciada ou desligada. Dessa forma, usuários podem instalar novos programas ou alterar o sistema conforme suas necessidades em uma atividade didática de forma isolada e sem prejudicar à máquina física.

### 3. Conclusão

Este trabalho apresentou uma solução baseada na virtualização de ambientes de trabalho (máquinas virtuais) para laboratórios de ensino dos cursos de Informática atendidos pelo NCC da UFSM. Com a adoção do sistema de máquinas virtuais, os principais resultados obtidos foram a redução na manutenção de software dos computadores de laboratório e flexibilização na implantação de software para disciplinas ou minicursos. Como trabalhos futuros, pretende-se melhorar a interface com o usuário, assim como armazenar imagens de máquinas virtuais localmente sob demanda. O código fonte da interface descrita encontra-se em <https://bitbucket.org/nccadm/gui-client>

### Referências

- Bellard, F. (2005). QEMU, a Fast and Portable Dynamic Translator. In *Proceedings of the Annual Conference on USENIX Annual Technical Conference*, ATEC '05, pages 41–41, Berkeley, CA, USA. USENIX Association.
- Howells, D. (2006). FS-Cache: A Network Filesystem Caching Facility. In *Proceedings of the Linux Symposium*, volume 1, pages 427–440.
- Kivity, A., Kamay, Y., Laor, D., Lublin, U., and Liguori, A. (2007). kvm: the linux virtual machine monitor. In *Proceedings of the Linux symposium*, volume 1, pages 225–230.
- Kreutz, D. L. (2003). Sistema de boot remoto: Instalação, configuração e geração de imagens de sistemas operacionais. Technical report, UFSM.
- McLoughlin, M. (2008). The QCOW2 Image Format. Online.
- Team, F. (2016). The FOG Project. <https://fogproject.org/>.