# Panorama de Desenvolvimento de Aplicações de Alto Desempenho em Nuvem

**Jonathan Patrick Rosso, Claudio Schepke**

[1]Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete
Av. Tiarajú, 810 – Bairro: Ibirapuitã – Alegrete – RS – CEP: 97546-550

jonathan.p.rosso@gmail.com, schepke@gmail.com

***Resumo.*** *O quanto a computação em nuvem pode ajudar na solução de problemas científicos de aplicações que demandam alto poder computacional ainda é uma questão em aberto. Diversos estudos vêm sendo realizados envolvendo computação em nuvem e alto desempenho. Este trabalho pretende fazer uma análise da situação atual em que se encontra mostrando alguns dos principais trabalhos relacionados da área.*

## 1. Introdução

A demanda cada vez maior por recursos computacionais decorridos pelo desenvolvimento científico e tecnológico, nas áreas da astronomia, meteorologia e genética, vem gerando desafios na computação. Isso se deve ao fato dessas aplicações possuírem um grande volume de dados, com cálculos extensos e repetitivos, e ainda requererem execuções rápidas e eficientes.

Realizar esse tipo de execução requer a utilização de uma boa estrutura de hardware, como supercomputadores, *clusters* e *grids*, que além de complexas possuem um alto custo. Como alternativa recente no mercado, a computação em nuvem vem sendo bastante explorada para executar alto desempenho, através de um conjunto de recursos virtualizados, tais como hardware, software, plataformas de desenvolvimento e serviço, que podem ser dinamicamente escaláveis e se ajustar à carga de trabalho variada [Mell and Grance 2011]. A computação em nuvem tem como princípio à oferta de serviços conforme a necessidade do usuário, onde se paga apenas pelo tempo usado, funcionando de maneira semelhante a oferta de energia, de agua e telefonia [Vaquero et al. 2008].

Um ambiente de computação em nuvem apresenta algumas vantagens se comparado às formas tradicionais de computação. Pode ser considerada mais escalável e barata que supercomputadores e *clusters*, e mais simples de implementar e ser configurada que *grids*. Assim, a computação em nuvem vem se tornando uma interessante alternativa para a execução de aplicações científicas fornecendo um rápido acesso a recursos e dando a possibilidade de personalização dos ambientes computacionais, com recursos de modo escalável e sob demanda [Alves and Drummond 2014].

Dentro deste contexto, este trabalho analisa a utilização da computação de alto desempenho em ambientes de computação em nuvem, mostrando que apesar de todas as vantagens, há uma série de desafios que precisam ser superados para que a computação em nuvem possa executar aplicações científicas de forma satisfatória. O restante deste trabalho esta organizado da seguinte forma: A Seção 2 introduz os conceitos gerais da

computação em nuvem, a Seção 3 mostra alguns dos principais trabalhos relacionados, por fim, na Seção 4 é apresentada a conclusão e os trabalhos futuros.

## 2. Computação em Nuvem

Computação em nuvem é um paradigma recente e proporciona aos cientistas um modelo completamente novo de utilizar a infraestrutura de computação. Segundo NIST (*National Institute of Standards and Technology*), a computação em nuvem é um modelo que possibilita acesso, de modo conveniente e sob demanda, a um conjunto de recursos computacionais configuráveis (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que podem ser rapidamente adquiridos e liberados com mínimo esforço gerencial ou interação com o provedor de serviços [Mell and Grance 2011].

As nuvens computacionais são caracterizadas em modelos de serviço (IaaS - Infraestrutura como Serviço, PaaS - Plataformas como Serviço e SaaS - Software como Serviço) e implantação (pública, privada, híbrida e comunitária). Neste trabalho, o escopo serão infraestruturas de serviço pública e privada e sua utilização para alto desempenho. Abaixo serão descritas as cinco características essenciais da computação em Nuvem [Mell and Grance 2011]:

**Auto-atendimento sobre demanda**. O usuário pode adquirir recursos computacionais na medida que necessite e sem precisar da iteração humana com os provedores de cada serviço.

**Amplo acesso a serviços de rede**. Recursos são disponibilizados por meio da rede e acessados através de mecanismos padronizados que possibilitam o uso por plataformas do tipo *thin* tais como celulares e *laptops*.

***Pool* de recursos**. Os recursos computacionais da nuvem ficam reunidos geograficamente. Seus recursos virtuais são dinamicamente atribuídos ou retribuídos pelo cliente, conforme a demanda. O cliente não possui controle real sobre a localização dos recursos que esta utilizando.

**Elasticidade rápida**. Elasticidade é definida como a capacidade de alocar mais ou menos recursos no momento em que for necessário, com agilidade. Para o consumidor, a nuvem parece infinita pois mais ou menos poder computacional pode ser adquirido quanto for necessário.

**Serviços Mensuráveis**. Todos os serviços são controlados e monitorados automaticamente pela nuvem, esse controle é feito através de acordos de níveis de serviço.

## 3. Computação em Nuvem e Alto Desempenho

A computação em nuvem vem se tornando uma alternativa para execução de aplicações de alto desempenho. Provedores públicos de IaaS tais como Amazon AWS e GoGrid, disponibilizam uma variedade de recursos, que podem ser contratados de acordo com a demanda, a um custo relativamente baixo. Uma outra alternativa que vem sendo explorada para HPC são ferramentas de IaaS para nuvens privadas, trazendo as vantagens da virtualização com a elasticidade na alocação dos recursos. A seguir são apresentados alguns dos principais trabalhos relacionados com essas duas abordagens.

[Navaux et al. 2012] realizaram avaliações de desempenho, eficiência de custo e desenvolvimento em três provedores de nuvem pública: Amazon EC2, Microsoft Azure

e Rackspace. Para realizar os experimentos foram utilizados os *benchmarks* NAS. Como resultados os autores observaram que ambientes de nuvem podem ser de 27% a 41% mais eficientes do que *clusters*, comprovando que as nuvens podem se tornar uma excelente alternativa para aplicações HPC.

A maioria dos testes realizados vêm sendo feitos com uso de *benchmarks*. [Coutinho et al. 2012] faz uma análise de desempenho no ambiente de nuvem pública HP Cloud Services, com o uso de *benchmarks* específicos sobre aspectos de CPU, memoria, I/O e rede. Com os testes realizados observou que existe uma variação nas medições mesmo em instâncias de mesma capacidade e mesma zona de disponibilidade, essas variações no desempenho são influenciadas por diversos fatores, como horário de utilização e tipo de conta do usuário.

O problema de variabilidade de desempenho nos provedores de IaaS é notada em diversos trabalhos. [Schad et al. 2010] realizaram experimentos com aplicações *MapReduce* na Amazon EC2, e perceberam que o tempo de execução pode variar consideravelmente, chegando a uma diferença de 24% em alguns casos. [Iosup et al. 2011] analisaram o desempenho de serviços do Google e da Amazon, e detectaram uma grande variabilidade de desempenho, com vários exemplos de indicadores com variação mensal média superior a 50%.

[Alves and Drummond 2014] realizaram uma análise de desempenho de um simulador de reservatórios de petróleo com o objetivo de avaliar o comportamento de tal aplicação científica em um ambiente de computação em nuvem providos pelas plataformas Amazon EC2 e Microsoft Azure. Para realizar os testes foi analisado métricas do Sistema Operacional e a execução de benchmarks específicos. Os resultados mostraram um decréscimo significativo no tempo devido ao overhead de virtualização e o compartilhamento de recursos.

Em [Khurshid et al. 2009] é avaliado o desempenho da rede de um ambiente de Nuvem privada utilizando Open Cirrus. Para realizar a análise, dois *benchmarks* denominados Planetab e Emulab, foram executados simulando usuários distribuídos na nuvem. Como resultado foi constatado que configurações internas e características da rede afetaram o desempenho na transferência de dados.

O objetivo de [Maron et al. 2012] é avaliar o impacto de duas ferramentas de nuvem privada: OpenStack e OpenNebula. Para realizar a avaliação foram utilizados os benchmarks: IPerf (avaliação da rede); IOzone (armazenamento); STREAM (memória); LINPACK (processador). Os resultados obtidos mostraram que o desempenho no OpenStack é melhor nos testes do sistema de armazenamento, enquanto que nos demais testes o OpenNebula leva vantagem.

Em [Strazdins et al. 2012] foram feitas análises com *benchmarks* e aplicações científicas em três cenários, envolvendo nuvens públicas, privadas e um cluster nativo. Para tanto foi utilizada a nuvem pública Amazon EC2 com virtualizador Xen e uma nuvem privada com virtualizador VMWare. Para realizar os testes foi utilizado o benchmark NPB-MPI, e aplicações científicas dos modelos climáticos e cardíacos. Como resultados constataram que o uso intensivo de entrada e saída pode impactar na performace dos virtualizadores acarretando em uma perda de desempenho.

## 4. Conclusão e trabalhos futuros

A computação em nuvem vem se tornando uma grande promessa para a comunidade científica, sendo uma ótima alternativa para pequenos centros de pesquisa e organizações que não possuem recursos suficientes para aquisição de supercomputadores e necessitam de poder de processamento.

Este trabalho apresentou uma análise da situação atual que se encontra a computação em nuvem para o alto desempenho, mostrando que apesar de todas essas vantagens, há ainda uma série de desafios que precisam ser superados para que execuções de alto desempenho sejam realizadas de forma satisfatória. Os principais problemas estão ligados à variabilidade de desempenho, causado pelo compartilhamento de recursos físicos entre maquinas virtuais e pelo *overhead* do software de virtualização. Como trabalhos futuros pretendemos realizar testes de aplicações reais em ambientes de nuvens privadas, variando ferramentas e *hipervisores*.

## Referências


Alves, M. and Drummond, L. (2014). Análise de desempenho de um simulador de reservatórios de petróleo em um ambiente de computação em nuvem. *WSCAD 214 - XV Simposio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho*.

Coutinho, E. F., Rego, P. A., Gomes, D. G., and de Souza, J. N. (2012). Análise de desempenho com benchmarks em um ambiente publico de computaç ao em nuvem. *X Workshop em Clouds e Aplicacoes*.

Iosup, A., Yigitbasi, N., and Epema, D. (2011). On the performance variability of production cloud services. *IEEE/ACM International 108 Anais Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing*.

Khurshid, A., Al-Nayeem, A., and Gupta, I. (2009). Performance evaluation of the illinois cloud computing testbed.

Maron, C. A., Griebler, D., Vogel, A., and Schepke, C. (2012). Avaliação e comparação do desempenho das ferramentas openstack e opennebula.

Mell, P. M. and Grance, T. (2011). The nist definition of cloud computing.

Navaux, P. O., Carissimi, A., Roloff, E., and Diener, M. (2012). High performance computing in the cloud: Deployment, performance and cost efficiency.

Schad, J., Dittrich, J., and Quiané-Ruiz, J.-A. (2010). Runtime measurements in the cloud: observing, analyzing, and reducing variance. *Proceedings of the VLDB Endowment*.

Strazdins, P. E., Cai, J., Atif, M., and Antony, J. (2012). Scientific application performance on hpc, private and public cloud resources: A case study using climate, cardiac model codes and the npb benchmark suite.

Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., and Lindner, M. (2008). A break in the clouds: Towards a cloud definition. *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*