

# Desenvolvendo aplicativos peer-to-peer (p2p) no contexto de data storage para ambientes de Cloud Computing

Anderson Fonseca e Silva<sup>1</sup>, Marco André Santos Machado<sup>1</sup>,  
Paulo Fernando A. Soares<sup>1</sup>, Vinicius Cardoso Garcia<sup>1</sup>,  
Thiago Vieira<sup>1</sup>, Thiago Silva<sup>1</sup>  
Frederico Durão<sup>2</sup>, Rodrigo Elia Assad<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CIn - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

<sup>2</sup>Instituto de Matemática, Departamento de Ciências da Computação (UFBA)

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

{afs8, masm, pfas, vcg, tpbv, tjs}@cin.ufpe.br, freddurao@dcc.ufba.br, assad@deinfo.ufrpe.br

**Abstract.** *This course aims to present in a theoretical way, the cloud computing concepts (features, deployment model and services), along the peer-to-peer network related technologies (features, architecture and design), as well its feasibility, applied to the approach known as p2p-storage in the STaS (Storage as a Service) and DaaS (Data as a Service) context. This course will to present p2p technologies related to build, its market trends and applications. Finally, will be presented an industrial case study, that architecture and its main challenges encountered along the way.*

**Resumo.** *O objetivo deste minicurso é abordar de forma teórica, o conceito da computação em nuvens (características, modelos de implantação, serviços), em conjunto com as tecnologias relacionadas às redes peer-to-peer (características, arquitetura e funcionamento), exemplificando sua aplicabilidade à abordagem p2p-storage cloud no contexto de STaS (Storage as a Service) e DaaS (Data as a Service). O curso apresentará tecnologias relacionadas à construção de redes peer-to-peer, apresentando tendências e aplicações de mercado. Por fim, será apresentado um caso real de implementação de p2p-storage cloud na indústria, detalhando sua arquitetura, bem como, a resolução de requisitos não-funcionais e desafios encontrados na construção deste.*

## 1. Introdução

Atualmente a Computação em Nuvens (*Cloud Computing*) tem sido um dos temas mais discutidos na área da Ciência da Computação, tanto como tópico de pesquisa, como de interesse de investimento para as empresas. Como fatores que impulsionaram a disseminação do uso destas tecnologias temos a crise econômica e a necessidade de racionalização dos custos de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Computação nas nuvens pode ser vista como uma plataforma de suporte a sistemas de software que provê aos seus usuários: gerenciamento, uso sob demanda, adequação às necessidades, racionalização do uso de recursos e automação dos processos relacionados à criação de infra-estruturas de suporte.

O paradigma da *Cloud Computing* permite que os usuários/clientes paguem pelo recursos que consumirem, de acordo com suas necessidades, obtendo um rápido provisionamento destes. Em pesquisas de mercado, vê-se que o fornecimento de serviços no modelo de PaaS (Plataforma como Serviço) para *Big Data* deve prover recursos que minimizem necessidades como: a habilidade de extrair, transformar e carregar dados para um sistema central; interpretar resultados e alocação de experts em Hadoop, Map-Reduce, Pig, hive, Hbase, etc<sup>1</sup>. Neste contexto, existe a necessidade no fornecimento de plataformas e soluções de armazenamento de dados em nuvem, seja elas privadas ou públicas, permitindo o fornecimento de conectores para os mais diversos tipos de banco de dados, Excel, Access, Log de servidores web, Twitter, Facebook, LinkedIn, etc.

Após os modelos clientes/servidores dominarem por anos a Internet, novos sistemas distribuídos, utilizando-se de estruturas *peer-to-peer* (p2p), ganharam popularidade rapidamente. Esses sistemas se apresentaram principalmente em duas categorias: *file sharing* (ex. Napster, Gnutella ou Morpheus) e *instant messaging* (ex. ICQ, AOL Instant Messenger ou Jabber).

O aumento da popularidade de redes *peer-to-peer*, está relacionado com o compartilhamento de recursos descentralizado, onde os pares podem trocar mensagens entre si. Através de técnicas de agregação e de replicação, este modelo oferece mais robustez e desempenho quando comparado ao modelo cliente-servidor.

Seguindo esta tendência, uma maneira de viabilizar a abordagem *PaaS-Big Data* é a utilização de redes p2p, onde usuários podem contribuir com espaços ociosos em seus discos rígidos, formando uma ampla unidade de storage compartilhada. Empresas como Symform<sup>2</sup>, Wuala<sup>3</sup>, Spacemonkey<sup>4</sup> e Ustore<sup>5</sup>, direcionam seus projetos para este modelo, fornecendo soluções tanto para *public* quanto para *private cloud data storage*, reduzindo desta forma, o TCO (*Total Cost Ownership*) [Ellram 1994] das empresas.

## 2. *Cloud computing*

Conforme [Program 2011], o termo *Cloud Computing* advém da convergência entre várias tecnologias, algumas com padrões próprios e que, combinadas com um modelo de implantação altamente escalável, representam um modelo revolucionário no provisionamento e uso de recursos computacionais.

- Características
  - Provisionar capacidade unilateralmente;
  - Acessado por mecanismos de forma heterogênea;
  - Os recursos fornecidos são mantidos em um pool pelo provedor utilizando um modelo multi-tenant;
  - Recursos podem ser provisionadas elasticamente.
  - Permitem o controle de alocação/liberação de recursos através de monitoramento.

---

<sup>1</sup><http://java.dzone.com/articles/big-data-apps-and-big-data>

<sup>2</sup><http://www.symform.com/>

<sup>3</sup><http://www.wuala.com/>

<sup>4</sup><http://www.spacemonkey.com/>

<sup>5</sup><http://usto.re/>

- Modelos de Serviços
  - *Software as service (SaaS)* - fornecer aplicativos hospedados em um infraestrutura de nuvem.
  - *Plataform as service (PaaS)* - permitir o deployment de aplicativos em um infraestrutura de nuvem.
  - *Insfrastructure as service (IaaS)* - Provisiona processamento, storage, recursos de rede e recursos computacionais fundamentais.
  - *Storage as service (StaS)* - Grandes empresas alugam espaços em sua infraestrutura de storage para empresas menores.
- Modelos de Implantação
  - *Private Clouds* - Provisionada para uso exclusivo por uma única organização(ex. Unidade de negócios).
  - *Community Clouds* - Infraestrutura provisionada para o uso por uma comunidade específica de consumidores e de organizações, que compartilham conceitos ou negócios (ex. Missão, requisitos de segurança, política)
  - *Public Clouds* - Provisionada para o uso do público em geral.
  - *Hybrid Clouds* - Composição de duas ou mais infraestruturas distintas.

### 3. Redes *peer-to-peer*

Um sistema puramente p2p é um sistema distribuído sem qualquer controle centralizado [Schollmeier 2001]. Neste sistemas todos os nós são nomeados como SERVENT (SERVER+cliENT), este termo representa a capacidade dos nós agirem como clientes e servidores ao mesmo tempo. As vantagens relativas à utilização de redes p2p comparadas com o modelo cliente/servidor tradicional estão na escalabilidade e tolerância a falhas [Das et al. 2009]. Neste contexto, as redes p2p podem ser definidas como estruturadas e não-estruturadas, e, puras ou híbridas.

#### 3.1. Redes estruturadas

Empregam um protocolo consistente para o roteamento de forma eficiente, na busca de algum recurso/arquivo em algum *peer*, mesmo quando o recurso se torna raro. É comum a implementação do conceito de DHT (Distribute Hash Table) que define o proprietário de cada arquivo em uma determinada rede.

#### 3.2. Redes não-estruturadas

Formada quando as ligações são executadas de maneira arbitrária. Neste formato quando um *peer* deseja encontrar um determinado dado na rede, a busca tem que ser através de *flooding*, procurando cada *peer* que possui o dado compartilhado.

##### **Desvantagens:**

- Consultas não resolvidas;
- Conteúdos com maior grau de popularidade são encontrados em diversos *peers*;
- Sem correlação entre o *peer* e o conteúdo gerenciado por ele.
- Flooding aumenta significativamente o tráfego na rede.

### 3.3. Redes p2p puras e híbridas

Nas redes puras (Figura 1a), os *peers* agem com clientes e servidores, não existindo o papel do servidor e nem de um roteador central para o gerenciamento da rede. Alguns exemplos de redes p2p puras são aplicativos voltados para o compartilhamento de arquivos como o Gnutella e o Freenet.

Nas Redes híbridas (Figura 1b.), os clientes são divididos em 2 grupos: nós clientes e nós *overlays*, desta forma, os *peers* agem de acordo com a necessidade da rede, ajudando na coordenação e em questões de escalabilidade.

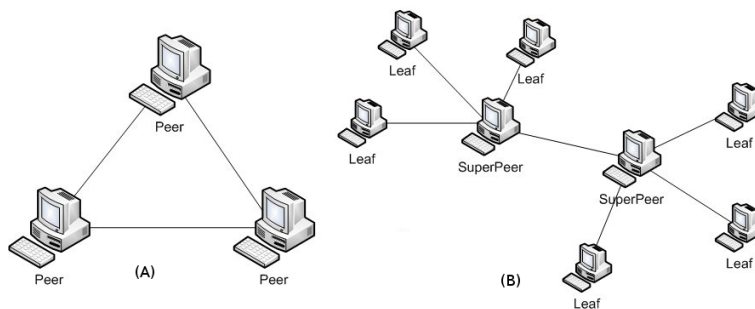


Figura 1. Rede p2p pura (a). Rede p2p híbrida (b)

## 4. P2P Overlay network

De acordo com [Buford 2009], se apresenta como uma camada virtual de aplicação ou lógica da rede, na qual os *peers* possuem capacidade de conectividade, roteamento e troca de mensagens entre si.

São frequentemente utilizadas como um substrato, ou seja, uma camada servindo de base para a implantação de novos serviços de rede ou para fornecer uma topologia de roteamento, não disponível na camada física da rede. Vários sistemas p2p são *Overlay Networks* executadas na internet.

### 4.1. JXTA

O JXTA [Wilson 2002] é uma especificação para a plataforma p2p desenvolvida pela Sun Microsystems sob a direção de Bill Joy e Mark Clary. Uma das principais funcionalidades da plataforma é fornecer um padrão, permitindo que desenvolvedores comerciais e de código-aberto criem serviços interoperáveis e aplicações. O JXTA foi modelado utilizando um pequeno número de protocolos para o tratamento de serviços.

A Figura 2 apresenta uma visão da arquitetura JXTA dividida em três camadas: *Application Layer* (implementada sobre a camada de serviços, fornecendo os recursos para a construção de aplicativos como *instant messaging*), *Services Layer* (implementa serviços como: busca de recursos em nós, compartilhamento de documentos e autenticação) e *Core Layer*.

### 4.2. FreePastry<sup>6</sup>

O Pastry que se constitui de um genérico, escalável e eficiente substrato para aplicações p2p. No Pastry os nós formam um *overlay network* descentralizado, auto-organizado e

<sup>6</sup><http://www.freepastry.org/FreePastry/>

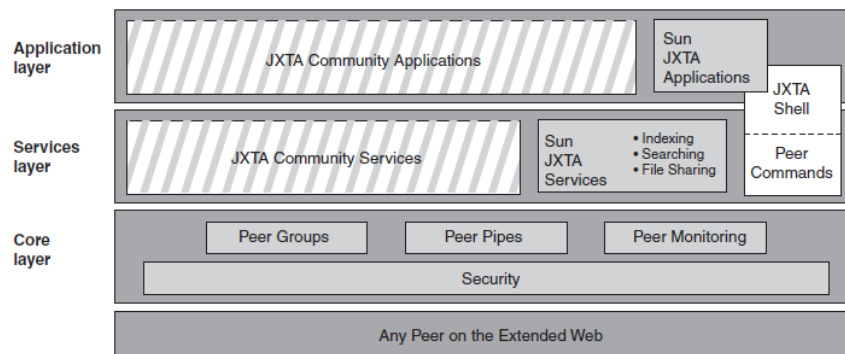


Figura 2. Arquitetura do JXTA [Brookshier et al. 2002]

tolerante a falhas na Internet.

## 5. A aplicabilidade do modelo p2p para ambientes de *cloud computing*

Como produtos aplicados ao contexto de storage voltados para ambientes em *cloud*, podemos destacar: o **Google File System** publicado em 2003, constituindo-se em um sistema de arquivo distribuído para armazenar grande quantidade de dados em computadores comuns, provendo desempenho e confiabilidade. Sua arquitetura se baseia no modelo mestre/escravo utilizando *chunkservers* [Ghemawat et al. 2003]; e o **Amazon Dynamo** que se apresenta como um sistema de *storage* baseado em chave-valor, escalável através da adição de *peers*, visando o armazenamento de objetos pequenos, em torno de 1MB [Decandia et al. 2007].

## 6. USTO.RE - A Private Data Cloud Storage<sup>7</sup>

O USTO.RE é uma solução de data cloud desenvolvida desde o início focada na segurança dos arquivos dos seus usuários. Cada usuário do USTO.RE possui uma chave que é utilizada para cifrar os dados antes de serem salvos. Ainda como adicional de segurança cada arquivo antes de ser salvo é dividido em pedaços e cada pedaço espalhado nos computadores que compõem a nuvem de dados (*data cloud*), a lógica de reconstrução de cada pedaço é privada da solução USTO.RE. Neste minicurso será apresentada a arquitetura deste projeto.

## 7. Estudo de Caso

O EUBrazilOpenBio<sup>8</sup> tem por objetivo combinar a Ciência da Biodiversidade e o Movimento de Acesso Livre, promovendo o conceito de abertura para pesquisa científica. O projeto irá implantar uma plataforma de acesso aberto integrando as infra-estruturas e recursos Europeus e Brasileiros, dando passos significativos no sentido de apoiar plenamente as necessidades e exigências da comunidade científica em biodiversidade.

Neste contexto, o USTO.RE atua junto ao projeto como um repositório de dados descentralizado e de baixo custo, permitindo através do uso de um conjunto de serviços web, ou por meio de uma interface para dispositivos móveis, o *backup* e a recuperação de informações,

<sup>7</sup><http://usto.re/>

<sup>8</sup><http://www.eubrazilopenbio.eu/Pages/Home.aspx>

## 8. Conclusão

Após o minicurso, espera-se que os participantes entendam os conceitos principais sobre computação em nuvem, redes p2p, bem como, o funcionamento de um sistema de *storage* utilizando as abordagens baseada em uma implementação de redes *p2p overlay*.

## 9. Agradecimentos

Este trabalho é financiado parcialmente pelo (INES<sup>9</sup>) e CNPq processo numero 590052/2011-0 - EU-Brazil Open Data and Cloud Computing e-Infrastructure for Biodiversity - BR.

## Referências

- Brookshier, D., Govoni, D., Krishnan, N., and Soto, J. C. (2002). *JXTA: Java P2P Programming*. Sams, Indianapolis, IN, USA.
- Buford, J. (2009). *P2P networking and applications*. Elsevier/Morgan Kaufmann, Amsterdam Boston.
- Das, S., Agrawal, D., and Abbadi, A. E. (2009). Elastras: An elastic transactional data store in the cloud.
- Decandia, G., Hastorun, D., Jampani, M., Kakulapati, G., Lakshman, A., Pilchin, A., Sivasubramanian, S., Vosshall, P., and Vogels, W. (2007). Dynamo : Amazon ? s highly available key-value store. *October*, 41(6):205–220.
- Ellram, L. M. (1994). A taxonomy of total cost of ownership models. *Journal of Business Logistics*, 15(1):171–191.
- Ghemawat, S., Gobioff, H., and Leung, S.-T. (2003). The google file system. *ACM SIGOPS Operating Systems Review*, 37(5):29.
- Program, C. (2011). Nist cloud computing reference architecture. *Provider*, 500-292:1–26.
- Schollmeier, R. (2001). A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications.
- Wilson, B. (2002). *JXTA*. New Riders, Indianapolis, Ind.

---

<sup>9</sup><http://www.ines.org.br>