

UM ESQUEMA DE VOTAÇÃO DINÂMICA DESCENTRALIZADO E  
TOLERANTE A FALHAS PARA REDES PEER-TO-PEER

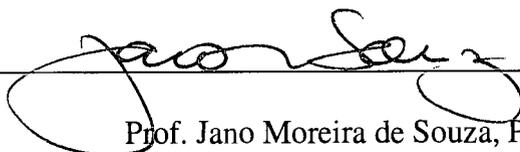
Bruno da Rocha Braga

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

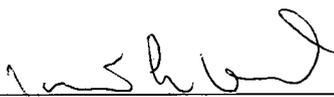
Aprovada por:



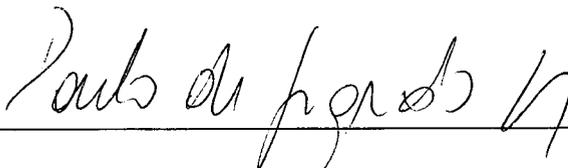
Prof. Geraldo Bonorino Xexéo, D.Sc.



Prof. Jano Moreira de Souza, Ph.D.



Prof.ª Marta Lima Queirós Mattoso, D.Sc.



Prof. Paulo de Figueiredo Pires, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL.

NOVEMBRO DE 2005

BRAGA, BRUNO DA ROCHA

Um Esquema de Votação Dinâmica  
Descentralizado e Tolerante a Falhas para  
Redes Peer-to-Peer [Rio de Janeiro] 2005

XIV, 101p., 29,7 cm (COPPE/UFRJ,  
M.Sc., Engenharia de Sistemas e Computação,  
2005)

Dissertação – Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, COPPE

1. Peer-to-Peer
2. Banco de Dados Distribuídos
3. Sistemas Distribuídos
4. Algoritmos Distribuídos
5. Gestão do Conhecimento

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Aos meus pais, Eric e Elizabeth, pelo apoio e carinho que foram indispensáveis para minha formação como pessoa.

Aos meus avós, Néllio, Ilda, Antônio e Rita, que também responsáveis pela minha presença aqui hoje.



## Agradecimentos

Aos meus pais, Eric Ormond Braga e Elizabeth Ferreira da Rocha Braga, sem os quais, definitivamente, eu não estaria aqui. Há muito que agradecê-los, tanto que seria suficiente para dobrar o número de páginas desta dissertação. Que eu tenha muitas oportunidades de retribuir todo o carinho e esperança que vocês depositaram em mim ao longo desses anos.

Um agradecimento especial a minha mãe, simplesmente por ela estar aqui hoje. Tudo o que você passou e superou no ano passado, certamente, tem pelo menos uma razão de ser: mostrar-me, mais uma vez, o quanto você é importante na minha vida.

A minha avó, Rita Ferreira da Rocha, que nos deixou em maio deste ano. Ela foi uma das pessoas mais importantes da minha vida. Ajudou a criar a mim e a minha irmã, mesmo com todas as dificuldades de sua saúde debilitada, por quase 25 anos. Muito obrigado, vovó Rita.

Ao meu orientador Geraldo Bonorino Xexéo e ao professor Jano Moreira de Souza pelas condições para o desenvolvimento do meu trabalho. Sem dúvida, estas tiveram grande influência nos resultados alcançados e no meu crescimento como profissional.

A todos os bons professores que tive ao longo da vida. Na impossibilidade de citá-los – felizmente, foram muitos –, expresso meu carinho pelas saudosas casas pelo qual passei: o Colégio Lobo da Cunha, o Colégio Militar do Rio de Janeiro e a Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Aos meus amigos, que na impossibilidade de enunciar o nome de todos, deixo como referência o *Orkut*. Em especial, agradeço a Andressa Kalil, Rafael Leonardo, José Nogueira e Josué Nunes pelas discussões a respeito deste trabalho; a Rodrigo Mibielli pela troca de experiências sobre J2EE enquanto organizávamos o projeto em que trabalhávamos; a Thiago Cordeiro pela revisão de uma versão prematura deste texto; a Adriana Vivacqua pela revisão do meu inglês; a Pedro Cardoso e Luis Rigo

pelos livros emprestados; e a minha irmã, Bianca, e a minha tia Nelilda pela ajuda no leva-e-traz que se tornou esta dissertação quando eu fui para Brasília.

Por fim, agradeço a todos os que chamam para si a responsabilidade de não apenas preservar como também expandir as fronteiras do conhecimento. Essas pessoas contribuíram, de maneira direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

## Prefácio

Acredito que nós vivemos em uma Era ímpar. Alguns podem achar que disseram o mesmo no Pós-guerra, na Revolução Industrial, ou na Renascença, mas estes novos tempos são realmente diferentes dos demais em pelo menos um aspecto. Todos os marcos da nossa história se caracterizam por um grande avanço que alguma área do conhecimento humano dera em relação à época anterior. Este conhecimento, porém, sempre esteve restrito a uma minoria. E esta Era se destaca justamente pela oportunidade que temos de, pela primeira vez, disseminar o conhecimento em larga escala. Podemos compartilhar o pouco que conhecemos para conhecermos ainda mais. Podemos ajudar a fincar um novo marco, do outro lado do mundo, sem nem mesmo tomarmos conhecimento disto – e a recíproca é verdadeira.

No entanto, somente conhecimento basta para fincarmos marcos indelévels na história? No Egito, Imhotep foi um pioneiro: construiu a primeira pirâmide do Saara. Obra esta que foi possível graças à visão do faraó Djoser. A história mostra que este padrão se repetiu em quase todas as grandes obras da humanidade. As navegações do rei Dom Manuel – não por acaso, conhecido como “O Venturoso” –, a modernização do Japão pelo Imperador Meiji – que em japonês, significa “Governo Iluminado” – e a indústria baseada em linha de montagem de Henri Ford, que começou com seu primeiro emprego de engenheiro na Edison Illuminating Company – mesmo sem possuir educação formal. Estes são apenas mais alguns exemplos do que pessoas com boas idéias e pessoas com vontade de apoiar boas idéias podem, juntas, realizar.

Nenhuma destas conquistas seria possível sem a coragem de inovar. Sempre será preciso ter pessoas com coragem para ousar e fazer a inovação, e pessoas com coragem para acreditar e apoiar a inovação. O trabalho intelectual jamais deve ser tolo, e ainda precisa ser constantemente incentivado. Porém, o verbo inovar é sucinto demais para sozinho expressar toda a complexidade do processo criativo. Este não começa apenas com um projeto, se forma ao longo de uma vida. Não é resultado exclusivo do esforço de um, nem de alguns, mas de toda uma civilização, através dos séculos de conhecimento e cultura acumulados. Por isso, não podemos esperar que a inovação “brote” da mente das pessoas: temos que aprender a cultivá-la.

A educação teve e continua a ter um papel fundamental no estabelecimento dos alicerces onde se apóiam os marcos levantados. A navegação portuguesa começou baseada no conceito de escola, a *Escola de Sagres* – ainda que esta nem mesmo existisse fisicamente –, o projeto de futuro de Meiji começou com o ensino de valores nacionais a todas as crianças do Japão, enquanto Ford, já consagrado, investiu socialmente na construção de várias escolas que enfatizavam uma educação vocacional.

E justamente aqui reside o valor da oportunidade única que esta Era nos oferta. Não há mais barreiras físicas, tecnológicas ou financeiras para nada, visto que todo o conhecimento do mundo e todas as pessoas que o dominam estão ao alcance de apenas alguns “cliques”. A principal matéria-prima de toda a inovação (informação) é, mais do que nunca, abundante. Projetos podem ser executados por pessoas que nem mesmo se conhecem pessoalmente, em qualquer parte do planeta. As barreiras que restam são, portanto, humanas. Precisamos ter mais mecenas ávidos por encorajar artistas dispostos a fazer da pedra bruta sua obra-prima. Precisamos ter mais escolas e espaços propícios para fazer o tipo de transformação que o mundo mais precisa: a de idéias. Porém, mesmo na falta de tudo isto, pelo menos já podemos contar com tecnologias que permitem às pessoas, com conhecimentos e objetivos afins, cooperar em favor de um objetivo comum, não importando quem são ou onde estejam.

Assim, espero que este trabalho seja mais um pequeno marco, tanto como objeto quanto meio da disseminação de conhecimento. Esse é o tema que mais me fascinava antes de iniciá-lo e, sem dúvida, esse será também o grande avanço que marcará esta Era. Se apenas meu singelo objetivo tiver sido alcançado, então, este trabalho terá valido a pena.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

UM ESQUEMA DE VOTAÇÃO DINÂMICA DESCENTRALIZADO E  
TOLERANTE A FALHAS PARA REDES PEER-TO-PEER

Bruno da Rocha Braga

Novembro/2005

Orientadores: Jano Moreira de Souza

Geraldo Bonorino Xexéo

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Aplicações Peer-to-Peer estão cada vez mais populares, ainda que restritas a um pequeno número de domínios de aplicação, em especial, o compartilhamento de arquivos. No entanto, ainda é difícil desenvolver aplicações para disponibilizar e consumir dados na rede, em face da inexistência de um conjunto de serviços fundamentais a exemplo daqueles prestados pelos frameworks de linguagens de programação e pelos bancos de dados tradicionais. Assim, este trabalho procurou projetar, implementar e testar modelos conceituais para suprir estas demandas e ainda chegou a uma proposta de um mecanismo de controle de concorrência descentralizado e tolerante a falhas silenciosas adequado ao ambiente instável das redes Peer-to-Peer.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

A DECENTRALIZED AND FAULT TOLERANT DYNAMIC VOTING SCHEME  
FOR PEER-TO-PEER NETWORKS

Bruno da Rocha Braga

November/2005

Advisors: Jano Moreira de Souza

Geraldo Bonorino Xexéo

Department: Systems and Computer Engineering

Peer-to-Peer applications are increasingly popular, despite restrict to a small number of application domains, in special, file sharing. Therefore it is still difficult to develop applications to provide and to consume data in the network, in face that there is no set of basic services as those provided by the current application frameworks and data banks. So, this work has designed, implemented and tested conceptual models to supply these demands and it has still proposed a decentralized and fault tolerant concurrency control mechanism adapted for the instable environment of Peer-to-Peer networks.

# Sumário

Agradecimentos .....	v
Prefácio .....	vii
Sumário .....	xi
Capítulo 1 – Introdução .....	1
1.1 – Cenário Atual.....	1
1.2 – Motivação .....	3
1.3 – Objetivos da Pesquisa .....	9
1.4 – Organização da Dissertação.....	10
Capítulo 2 – Redes Peer-to-Peer e o JXTA .....	12
2.1 – Histórico .....	12
2.2 – A Plataforma JXTA .....	14
2.2.1 – Conceitos Básicos .....	15
2.2.1.1 – Peer e Peer Group.....	15
2.2.1.2 – Advertisements.....	16
2.2.1.3 – Pipes e Messages.....	17
2.2.2 – Protocolos Básicos .....	17
2.2.2.1 – Peer Discovery Protocol.....	18
2.2.2.2 – Peer Resolver Protocol.....	18
2.2.2.3 – Peer Information Protocol.....	18
2.2.2.4 – Rendezvous Protocol.....	19
2.2.2.5 – Pipe Binding Protocol .....	19
2.2.2.6 – Endpoint Routing Protocol.....	19
2.2.2.7 – Membership Protocol .....	19
2.2.3 – Principais Projetos em JXTA.....	20
2.2.3.1 – JXTA CMS.....	20
2.2.3.2 – JXTA Search .....	21
2.2.3.3 – Edutella .....	22
2.3 – Conclusão .....	24
Capítulo 3 – Sistemas de Gerência de Dados Distribuídos para Redes P2P .....	26
3.1 – Definição.....	26
3.2 – Federações de Banco de Dados em Redes Peer-to-Peer.....	26

3.2.1 – A Abordagem Adotada .....	28
3.2.2 – Fatores de Influência no Sistema .....	28
3.2.3 – Principais Funcionalidades do Sistema.....	31
3.2.4 – Gerência de Transação Distribuída.....	33
3.2.5 – Confiabilidade.....	33
3.3 – Histórico de Transações.....	34
3.4 – Teoria de Algoritmos Distribuídos .....	35
3.4.1 – Tolerância a Falhas .....	35
3.4.2 – Algoritmos de Chegada ao Consenso .....	37
3.4.3 – Sincronização .....	38
3.5 – Controle de Concorrência .....	40
3.6 – Esquemas de Votação .....	44
3.6.1 – Esquema de Votação com Pesos.....	45
3.6.2 – Esquema de Votação com Pesos Descentralizada .....	46
3.6.3 – Problemas Previstos .....	48
Capítulo 4 – A Implementação do COPPEER .....	51
4.1 – Cenário Atual dos Sistemas Distribuídos .....	51
4.1.1 – Requisitos Básicos da Plataforma.....	54
4.2 – Um Framework para Aplicações em Redes P2P .....	56
4.3 – Arquitetura de Aplicação.....	58
4.3.1 – Microkernel.....	61
4.3.2 – Componentes e Plug-ins .....	62
4.4 – Arquitetura de Computação Distribuída.....	64
4.4.1 – Computação Orientada a Mensagens.....	64
4.4.2 – Gerenciando Grupos e Serviços.....	66
4.4.2.1 – Descritores de Grupos .....	66
4.4.2.2 – Descritores de Serviços.....	66
4.4.2.3 – Publicando Grupos e seus Serviços.....	67
4.4.3 – Arquitetura do Sistema de Mensagens.....	68
4.5 – Conclusão .....	69
Capítulo 5 – Uma Proposta de Esquema de Votação Dinâmica Descentralizado e Tolerante a Falhas para Redes P2P.....	70
5.1 – A Proposta de um Esquema de Votação Resistente a Falhas para Redes Peer-to-Peer .....	70

5.2 – A Proposta de um Mecanismo para o Monitoramento da Topologia da Rede .....	74
5.2.1 – O Mecanismo de Monitoramento de Presença dos Nós .....	75
5.2.1.1 – Monitoramento em Estruturas de Anel .....	76
5.2.1.2 – Cálculo do Timeout.....	76
5.2.2 – A Comunicação de Eventos de Modificação da Topologia.....	77
5.2.3 – A Identificação dos Pontos de Risco de Particionamento .....	82
5.3 – Análise do Desempenho do Esquema de Votação Proposto .....	84
5.4 – Interpretação da Aplicação do Esquema de Votação no Sistema de Gerência de Dados Proposto.....	88
5.5 – Conclusão .....	90
Capítulo 6 – Conclusão e Trabalhos Futuros.....	91
6.1 – COPPEER.....	91
6.2 – COPPEER-DB .....	92
6.3 – Integração COPPEER e COPPEER-DB.....	94
Referências .....	96



# Capítulo 1 – Introdução

## 1.1 – Cenário Atual

A classe de sistemas Peer-to-Peer (P2P) popularizou-se rapidamente na forma de aplicações de troca de mensagens instantânea (*Instant Messaging* ou IM), como o ICQ e o MSN Messenger, e de compartilhamento de arquivos (*File Sharing* ou FS), como Napster, Gnutella, e-Mule, Kazaa, iMesh, Morpheus. Muitas outras aplicações começam a surgir, tais como sistemas para *streamming* multimídia, computação distribuída, comércio eletrônico, entre outras; indicando que o conceito de P2P já está bem estabelecido e ganhando cada vez mais força.

No entanto, a maioria das aplicações consideradas Peer-to-Peer não possui uma legítima arquitetura Peer-to-Peer. Uma das principais características desta arquitetura de software é a ausência de controle centralizado, ou seja, de um ou mais servidores. Não é o caso, no entanto, de todas as aplicações de IM existentes, bem como da maioria das aplicações de FS citadas. Questões técnicas e comerciais levam a centralização de parte ou mesmo toda a operação destes sistemas. Porém, como todas estas aplicações se dispõem a atender um grande número de usuários, a descentralização da tarefa de coordenação e manutenção da rede P2P é um requisito importante do projeto. É claro, porém, que o grau de importância do mesmo depende da aplicação que se pretende desenvolver, visto que o impacto da centralização para sistemas de IM é pequeno — pelo contrário, esta abordagem facilita a implantação do mecanismo de monitoramento de presença dos usuários (ou peers) — enquanto é bem maior no caso dos sistemas de FS, considerando que é alta taxa de crescimento da oferta de arquivos compartilhados. Porém, não importando a finalidade da aplicação, um princípio básico da Internet se reflete nas redes P2P: controle centralizado implica na existência de um ou alguns pontos-de-falha, tornando possível a queda de todo ou parte do sistema, bem como se tornar o “gargalo” do desempenho do mesmo.

A arquitetura Peer-to-Peer se opõe diretamente à arquitetura Cliente-Servidor (C/S) tradicional. De fato, há vantagens na descentralização da tarefa de compartilhamento de recursos, de qualquer natureza, quando estes existem e crescem em grandes proporções. Estudos indicam que mesmo o mais completo dos engenhos de busca na Internet baseados em *Web Crawlers*<sup>1</sup> não é capaz de indexar mais que 16% dos documentos disponíveis publicamente na rede [Lawrence 1999]. A intenção da atualização desta base parte apenas do sistema de *crawler* e depende do relacionamento dos novos documentos com os anteriormente indexados — e, conseqüentemente, da profundidade alcançada no grafo de busca.

Sistemas de arquitetura P2P possuem como vantagens inerentes a sua arquitetura, a distribuição do armazenamento e a replicação de arquivos, a ausência de controle centralizado sobre o sistema, execução não-supervisionada de tarefas — quanto à transferência de arquivos, indexação, consulta e outros — e grande escalabilidade. Estas são as principais razões da intensa atividade de pesquisa e desenvolvimento de aplicações baseadas neste modelo.

Toda a atenção devida ao tema Peer-to-Peer é muito positiva, mas está gerando um novo tipo de problema: a falta de interoperabilidade entre as aplicações. Não apenas aplicações de categorias diferentes são incapazes de interoperar, mas também as de mesma categoria, como por exemplo, a base de arquivos compartilhados no Gnutella não estar disponível aos clientes Kazaa. Caminha-se na direção oposta do princípio que guiou o desenvolvimento da Internet: o estabelecimento de padrões de comunicação entre os nós da rede.

Uma das propostas de protocolos-padrão para redes P2P emergiu de um projeto da Sun Microsystems. O JXTA, acrônimo de *Juxtapose*, apresentado em abril de 2001 e re-lançado em maio de 2003 [Traversat 2003], é um conjunto de protocolos para a

---

<sup>1</sup> Programas que periodicamente percorrem a Web como um grafo direcionado, onde os nós são as home pages e as arestras são os links entre elas, tal que se torna possível indexar novas páginas a partir da referência incluída em páginas já indexadas anteriormente.

criação de uma camada de rede virtual *ad-hoc* sobre a infra-estrutura de rede existente, seja ela qual for. Tal rede virtual admite a troca de mensagens em XML entre peers, independentemente de sua localização real (atrás de firewalls, NATs, redes não baseadas em TCP/IP ou mesmo Ethernet). Estas mensagens são roteadas de maneira transparente, sobre diferentes protocolos de transporte ou transferência de dados, ignorando a topologia ou tecnologia da rede e permitindo que os nós da mesma (os peers) sejam móveis, ou seja, que sua identificação na rede não dependa de sua localização física — ao contrário do IPv4 atualmente em uso na Internet.

Apesar de desenvolvido pela Sun e originalmente em Java, o JXTA é um protocolo aberto e se candidata a padrão para redes P2P. De fato, ele foi concebido de modo a ser independente de plataforma de software ou hardware, bem como da finalidade da aplicação a ser desenvolvida, visto ser suficientemente genérico, portátil e adaptável aos mais diferentes requisitos de projeto.

## 1.2 – Motivação

A motivação original que levou ao desenvolvimento de sistemas Peer-to-Peer é social. Idéia de computação colaborativa permeia aplicações de compartilhamento de arquivos, como um dos pioneiros, o Napster<sup>2</sup>. Problemas complexos que já foram resolvidos em sistemas baseados na arquitetura Cliente/Servidor (C/S) são ainda mais complexos de serem resolvidos em sistemas baseados na arquitetura Peer-to-Peer. Por outro lado, é evidente que para muitas aplicações, critérios como anonimato, resistência à censura e compartilhamento do controle da informação são imprescindíveis.

No entanto, questões técnicas também incentivam a pesquisa nesta área. Com o barateamento dos custos de hardware, qualquer PC possui mais recursos de processamento e armazenamento de informação que os antigos mainframes das décadas

---

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

[http://campus.acm.org/public/membernet/stories/September\\_2004/induce.pdf](http://campus.acm.org/public/membernet/stories/September_2004/induce.pdf)

de 70 e 80. Para muitos usuários, toda esta fartura de recursos computacionais acaba sendo subutilizada. Ao mesmo tempo, em muitas organizações, a taxa de crescimento da demanda por recursos computacionais pode ser superior a de evolução da tecnologia ou mesmo a redução no período de renovação da planta de TI da mesma pode ser proibitiva em termos de custo/benefício.

Este enorme crescimento, em direções opostas, tanto da demanda como da oferta de espaço de armazenamento de informação, apenas contribui para o colapso das atuais estratégias de gerenciamento. É necessário um novo modelo de administração da informação. Em linhas gerais, precisamos saber:

- Onde há espaço disponível para armazenamento;
- Qual o melhor local para armazenar os dados (considerando capacidade de armazenamento, de processamento, latência do canal de comunicação, segurança, custo total da solução, etc);
- Qual o grau de disponibilidade desta informação será necessário, e como garantir que ele seja alcançado através da replicação dos dados;
- Como determinar com precisão onde se encontra a informação procurada e como garantir que ela não se perca, ou melhor, que não percamos a sua referência;
- Como realizar o versionamento e a consistência entre as réplicas.

Os rumos que a pesquisa em banco de dados tradicional seguiu nas três últimas décadas influenciaram fortemente a pesquisa em busca e recuperação de informação distribuída. De fato, em redes Peer-to-Peer, a grande meta pode ser sintetizada como a disponibilização de um banco de dados distribuído entre os peers. Porém, os requisitos de outros ramos de pesquisa em redes P2P impõem a revisão de alguns conceitos típicos a respeito de bancos de dados, como é o caso de computação desconexa e gerência de dados em redes Peer-to-Peer de larga escala.

Note ainda que a própria tecnologia Peer-to-Peer adiciona novos integrantes ao conjunto de itens que tradicionalmente precisamos gerenciar. Não são apenas arquivos

ou dados a serem gerenciados, mas também peers, grupos, componentes de software a até a própria rede, ou seja, os próprios recursos responsáveis por explorar as capacidades da tecnologia e prover estes novos serviços idealizados. Logo, como será possível gerenciar tanto o conhecimento distribuído quanto o próprio sistema que almeja nos prover toda esta funcionalidade?

## **Busca e Recuperação de Informação Distribuída**

Pesquisas como Chord [Stoica 2001], CAN [Ratnasamy 2002] e Tapestry [Zhao 2001] foram pioneiras no roteamento de consultas entre peers de maneira eficiente e escalável, através de mecanismos de indexação distribuída probabilísticos (*hashing*). Estes trabalhos abriram caminho para a pesquisa de busca e recuperação de informação em redes Peer-to-Peer, ainda que sobre uma base de informações imutável. As primeiras aplicações destas tecnologias também se limitaram à busca através de palavras-chave. Assim, estas duas características limitantes deram origem a dois grandes ramos de pesquisa em sistemas Peer-to-Peer.

## **Metadados e Ontologias para Lidar com o Conhecimento**

Os conceitos de metadados e de ontologias têm sido as abordagens mais comuns nos projetos de gerência de conhecimento, independente do domínio de aplicação ou tecnológico adotado. Em redes Peer-to-Peer, os projetos U-P2P [Mukherjee 2002], JXTA CMS e JXTA Search [Waterhouse 2001] propõem o uso de metadados para descrição de recursos compartilhados, mas foi o U-P2P<sup>3</sup> que apontou a necessidade de gerência dos próprios metadados como meio de facilitar a interação humana com o sistema. Tal conceito de gerência de metadados, como será mostrado adiante, se assemelha ao conceito de gerência de classes dos objetos armazenados em um banco de dados. Assim como ocorre em várias linguagens de programação orientadas a objetos, podemos considerar a própria classe como uma instância de uma metaclasses. O projeto

---

<sup>3</sup> O projeto U-P2P foi implementado utilizando Web Services e apenas simula uma rede P2P, visto que utiliza uma abordagem centralizada, o UDDI, na localização dos peers.































































































































































































