

# PUC

ISSN 0103-9741

Monografias em Ciência da Computação  
nº 01/10

## **Middlewares e Protocolos para Redes Sociais Pervasivas**

**Eugênio Pacelli Ferreira Dias Júnior**  
**Paulo Gallotti Rodrigues**  
**Markus Endler**

Departamento de Informática

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO**  
**RUA MARQUÊS DE SÃO VICENTE, 225 - CEP 22453-900**  
**RIO DE JANEIRO - BRASIL**

## Middlewares e Protocolos para Redes Sociais Pervasivas

Eugênio Pacelli Ferreira Dias Júnior, Paulo Gallotti Rodrigues e Markus Endler

{ ejunior, prodrigues, endler }@inf.puc-rio.br

**Abstract.** Pervasive Social Networks (PSN) represent an evolution of the current Web 2.0 social networking services (e.g., Orkut, Facebook, Twitter) since they make possible the integration with Pervasive Computing concepts. As a result of this union of technologies arises the possibility of taking advantage of the information based on the user physical context to enrich the forms of interaction and the sorts of information currently shared in social networks. This paper presents definitions of some terms related to Pervasive Social Networks, considers some of the offered services and also presents seven middleware implementations where these concepts are applied. The analyzed services have been classified based on several criteria such as: supported network services, deployment architecture, sensible information handling (security), underlying social network and discovery of potential new social links.

**Keywords:** Social Networks, Pervasive Computing, Middleware, Services, Protocols.

**Resumo.** Redes Sociais Pervasivas representam uma evolução dos atuais serviços de redes sociais baseados na Web 2.0 (e.g., Orkut, Facebook, Twitter) ao integrarem-se a conceitos de Computação Pervasiva. Como resultado dessa união de tecnologias temos a possibilidade de tirar proveito de informações de contexto físico do usuário para enriquecer as informações disponíveis bem como a forma como os usuários se relacionam nessas redes sociais. Esta monografia apresenta definições de alguns conceitos relacionados a Redes Sociais Pervasivas, características de serviços já oferecidos e também apresenta sete middlewares que aplicam estes conceitos. Os serviços analisados foram comparados de acordo com características de serviços de rede suportados, arquitetura de implementação, tratamento a dados sensíveis dos usuários (segurança), rede social utilizada e descoberta de novos elos sociais.

**Palavras-chave:** Redes Sociais, Computação Pervasiva, Middleware, Serviços, Protocolos.

**Responsável por publicações:**

Rosane Teles Lins Castilho  
Assessoria de Biblioteca, Documentação e Informação  
PUC-Rio Departamento de Informática  
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea  
22453-900 Rio de Janeiro RJ Brasil  
Tel. +55 21 3114-1516 Fax: +55 21 3114-1530  
E-mail: [bib-di@inf.puc-rio.br](mailto:bib-di@inf.puc-rio.br)  
Web site: <http://bib-di.inf.puc-rio.br/techreports/>

# Sumário

|     |                                       |    |
|-----|---------------------------------------|----|
| 1   | Introdução                            | 1  |
| 2   | Taxonomia                             | 1  |
| 2.1 | Redes Sociais                         | 1  |
| 2.2 | Laços Sociais                         | 1  |
| 2.3 | Comunidades                           | 2  |
| 2.4 | Computação Pervasiva                  | 2  |
| 3   | Redes Sociais Pervasivas              | 2  |
| 4   | Protocolos                            | 3  |
| 4.1 | Friend-of-a-Friend (FOAF)             | 3  |
| 4.2 | NoseRub                               | 5  |
| 4.3 | DSNP                                  | 5  |
| 5   | Critérios de Análise                  | 6  |
| 5.1 | Tecnologia de Localização e de Rede   | 6  |
| 5.2 | Arquitetura                           | 6  |
| 5.3 | Gestão de Dados Sensíveis (Segurança) | 6  |
| 5.4 | Rede Social Utilizada                 | 7  |
| 5.5 | Descoberta de Novos Elos Sociais      | 7  |
| 6   | Serviços de Middleware                | 7  |
| 6.1 | FriendSensing                         | 7  |
| 6.2 | Proposta de University College London | 8  |
| 6.3 | Google Latitude                       | 10 |
| 6.4 | ANTHEM                                | 11 |
| 6.5 | Dodgeball                             | 12 |
| 6.6 | Loopt                                 | 12 |
| 6.7 | Brightkite                            | 12 |
| 7   | Análise Comparativa                   | 13 |
| 8   | Conclusão                             | 15 |
|     | Referências Bibliográficas            | 16 |

# 1 Introdução

Atualmente as Redes Sociais fazem parte do dia a dia de diversos usuários da Internet. As informações que podem ser obtidas em um estudo detalhado do perfil de um usuário podem ser reveladoras: desde traços de seu comportamento, que podem ser usados para preferi-lo ou preterí-lo em uma seleção para um emprego, como interesses pessoais, que podem ser úteis para outros usuários descobrirem novos amigos ou novas informações sobre determinado assunto.

Com a popularização e crescente difusão de dispositivos de comunicação móveis que cada vez apresentam maior capacidade computacional, um novo cenário se apresenta, onde as informações disponíveis nas Redes Sociais podem ser associadas com informações de localização, e tudo isso ficar disponível à partir dos próprios dispositivos móveis. Esse fato de poder saber “quem”, “onde” e “quando” parece se encaixar perfeitamente no gosto dessa geração do início do século XXI.

Redes Sociais Pervasivas (RSP) representam um novo paradigma de computação derivado da convergência da Computação Pervasiva com os Serviços de Redes Sociais da Web 2.0 (como por exemplo Facebook, Orkut, MySpace, Twitter) [Mokhtar e Capra, 2009]. Enquanto na visão tradicional de Computação Pervasiva usuários de dispositivos móveis descobrem e interagem com serviços oferecidos pelo ambiente físico em seu entorno, em RSP os usuários podem também descobrir pessoas dentre suas relações sociais (diretas ou indiretas) que possuam interesses similares. Diferente de serviços de Web 2.0 que conectam pessoas que são relacionadas através da exploração de suas relações sociais, RSP tem como foco a descoberta de pessoas que estão ao mesmo tempo socialmente e, especialmente, fisicamente próximas.

Neste trabalho são apresentados alguns protocolos e serviços de camada de middleware voltados para Redes Sociais Pervasivas. Os serviços de middleware são ainda classificados de acordo com critérios de arquitetura, tecnologia de localização e de rede, tratamento à privacidade dos usuários, rede social utilizada e descoberta de novos elos sociais.

## 2 Taxonomia

### 2.1 Redes Sociais

As redes sociais, no contexto da internet, são ambientes virtuais nos quais pessoas podem se associar umas às outras, a fim de trocar experiências, idéias, compartilhar informações ou simplesmente conversar. Essa associação pode ocorrer como fruto da existência de laços sociais, que podem ser representações de um relacionamento no mundo real, do interesse mútuo em um mesmo assunto, do fato de ambos pertencerem a um mesmo grupo – local, instituição, clube, escola, etc.

### 2.2 Laços Sociais

Os laços sociais são as representações das associações dos indivíduos, e podem ser fracos ou fortes. Laços sociais fortes representam relações onde exista intimidade e

proximidade entre os indivíduos, e os laços fracos representam relações esparsas, onde há pouco conhecimento entre os relacionados.

Podemos agrupar indivíduos que apresentem laços sociais entre si por meio de comunidades.

## **2.3 Comunidades**

Antes do uso dos sistemas informatizados de relacionamento interpessoal, as comunidades eram definidas pela geografia ou por relações de parentesco. Dificilmente uma pessoa que vivesse na Islândia faria parte de uma comunidade da qual participa um brasileiro.

Com a facilidade do acesso à cultura através da Internet e da mídia, hoje essas pessoas, tão distantes geograficamente, podem pertencer, por exemplo, a uma comunidade de fãs de uma banda de rock finlandesa. As pessoas agora podem escolher de quais comunidades querem fazer parte.

As comunidades surgem quando uma quantidade suficientemente grande de pessoas leva adiante uma certa idéia, certas discussões, a ponto de formar relações no ambiente virtual.

O conjunto de recursos que é compartilhado em uma rede social, que é o somatório dos recursos de todos os indivíduos membros, é conhecido como Capital Social.

## **2.4 Computação Pervasiva**

Com a ampliação do uso de dispositivos móveis de computação e as facilidades atuais de comunicação pelas pessoas no dia-a-dia, potencialmente toda a humanidade se transforma numa grande rede social.

Diferentemente do modelo tradicional de computação, onde dispositivos com grande capacidade computacional eram priorizados, a computação pervasiva é baseada em equipamentos pequenos, com capacidade limitada de recursos computacionais, ajustada apenas à sua finalidade, e que contam com grande conectividade, não apenas a redes estruturadas, mas também a outros dispositivos semelhantes, com os quais possam colaborar para desenvolver alguma atividade.

A mobilidade dos dispositivos, associada a sua conectividade, cria um ambiente onde existe a frequente descoberta de outros dispositivos (telas, centrais multimídias, etc) pelos dispositivos móveis carregados pelos usuários.

## **3 Redes Sociais Pervasivas**

Em uma aplicação típica de RSP, usuários descrevem seus interesses na realização de atividades em conjunto com suas preferências sociais, indicando com quem, dentre seus indivíduos de elo social direto, eles preferem de realizar suas atividades. Eles passam essa informação para a aplicação de RSP hospedada em seu dispositivo móvel (que pode ser um smartphone como por exemplo iPhone, Blackberry ou dispositivo móvel com a plataforma Android), e esperam em resposta recomendações de usuários com interesses similares, com quem eles estão direta ou indiretamente conectados na rede social e de quem eles estão próximos geograficamente. Exemplos de aplicações de RSP são Google Latitude, BreadCrumbs (para iPhone) e Here I Am. Essas aplicações,

por sua vez, trabalham sob as seguintes premissas: (1) usuários móveis possuem acesso contínuo a serviços online a partir de seus dispositivos móveis, para onde informam sua localização atual (através de coordenadas GPS, por exemplo); (2) a aplicação tem total conhecimento das redes sociais do usuário, de forma que algoritmos de propagação possam determinar precisamente relações de amigos de amigos para determinar elos faltantes em seu grafo social (semelhante à funcionalidade “Pessoas que você pode conhecer” do Facebook) [Mokhtar, McNamara e Capra, 2009].

[Chen et al. 2009] propuseram recentemente quatro algoritmos para sugestão de pessoas na rede social Beehive (rede social interna da IBM). Estes algoritmos são na verdade diferentes combinações de duas idéias básicas. A primeira idéia é relacionar pessoas com interesses comuns – relacionar, por exemplo, aqueles que publicam os tópicos similares em seus blogs ou que possuem as mesmas atribuições na empresa. A segunda é relacionar pessoas de acordo com suas relações sociais – relacionar aqueles que estão em “proximidade social” uns com os outros, através de conexão de amigos de amigos, por exemplo. As duas idéias relacionam pessoas apenas pelo conteúdo de seus perfis, sendo por isso consideradas pelos autores como idéias preliminares e que necessitariam ser melhor estudadas no futuro. Outras idéias foram então propostas. Por exemplo, [Ferne, 2008] sugeriu a utilização de sistemas de recomendação. Estes sistemas tradicionalmente processam avaliações de usuários para recomendar novos produtos, como filmes ou discos musicais. Segundo o autor, estes algoritmos poderiam ser facilmente adaptados para a recomendação de pessoas. Buscando essa adaptação, [Terveen e McDonald, 2005] deram o primeiro passo – eles revisaram a literatura sobre ciência social e então propuseram uma agenda de pesquisa específica para sistemas de recomendação de pessoas. Alguns trabalhos como o de [Karagiannis e Vojnovic, 2009] analisaram o conteúdo de mensagens de correio eletrônico trocadas por grupos de pessoas, sendo capazes de traçar um grafo com pessoas representando vértices e mensagens trocadas representando arestas. A partir dessa informação, eles foram capazes de elaborar listas de recomendação de novos contatos usando também o conceito de amigos de amigos.

Entretanto, um dos primeiros trabalhos a propor o conceito de Redes Sociais Pervasivas baseando-se na proximidade dos usuários através de seus dispositivos móveis foi [Quercia e Capra, 2009]. Nesse artigo os autores propõem um serviço de middleware que implementa um algoritmo de propagação de redes sociais a partir de dados de proximidade física de um usuário em relação a pessoas que fazem parte de suas relações sociais diretas (amigo) ou indiretas (amigo de amigo) em serviços de redes sociais já consagrados na Internet, como Facebook. Esse serviço é analisado em detalhes na Seção 6.1.

## **4 Protocolos**

Os seguintes protocolos de redes sociais foram analisados neste trabalho:

### **4.1 Friend-of-a-Friend (FOAF)**

O protocolo Friend-of-a-Friend (FOAF) representa atualmente um grande projeto na área de Web Semântica. FOAF se tornou um vocabulário padrão largamente aceito para representação de redes sociais, sendo atualmente utilizado por diversas redes sociais com a finalidade de produzir perfis de Web Semântica para seus usuários.

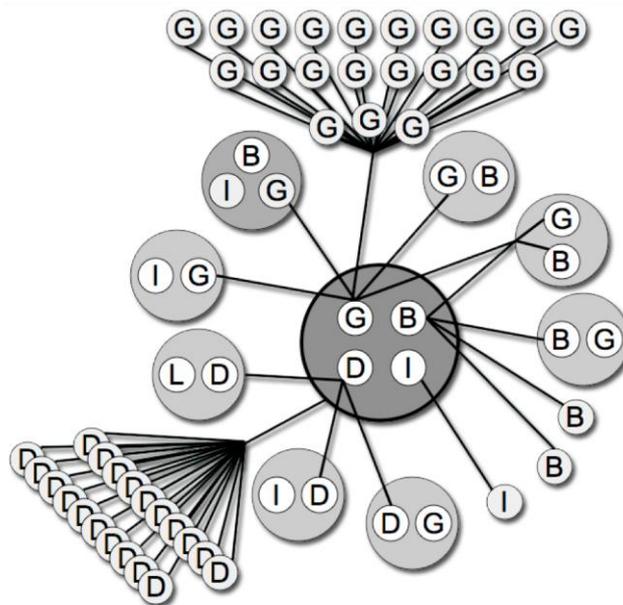
FOAF representa uma iniciativa de se estabelecer um padrão para troca de informações entre os distintos serviços de redes sociais disponíveis atualmente.

| FOAF Basics  | Personal Info   | Online Accounts  | Projects / Groups  | Documents   |
|--|---|--|--|---|
| Agent<br>Person<br>name<br>nick<br>title<br>homepage<br>mbox<br>mbox_sha1sum<br>img<br>depiction (depicts)<br>surname<br>family_name<br>givenname<br>firstName | weblog<br>knows<br>interest<br>currentProject<br>pastProject<br>plan<br>based_near<br>workplaceHomepage<br>workInfoHomepage<br>schoolHomepage<br>topic_interest<br>publications<br>geekcode<br>myersBriggs<br>dnaChecksum | OnlineAccount<br>OnlineChatAccount<br>OnlineEcommerceAccount<br>OnlineGamingAccount<br>holdsAccount<br>accountServiceHomepage<br>accountName<br>icqChatID<br>msnChatID<br>aimChatID<br>jabberID<br>yahooChatID | Project<br>Organization<br>Group<br>member<br>membershipClass<br>fundedBy<br>theme | Document<br>Image<br>PersonalProfileDocument<br>topic (page)<br>primaryTopic<br>tipjar<br>sha1<br>made (maker)<br>thumbnail<br>logo |

**Tabela 1: Classes e propriedades FOAF**

FOAF pode ser considerado na verdade um framework de representação para informações sobre pessoas e suas relações sociais. Escrito em OWL (*Web Ontology Language*), o vocabulário FOAF contém termos para descrição de informações pessoais, participação em grupos de interesse e conexões sociais. A Tabela 1 exibe o conjunto completo de classes e propriedades FOAF.

[Golbeck e Rothstein] propuseram um serviço de middleware baseado em FOAF que tem como finalidade estabelecer uma rede de redes sociais a partir da premissa de que a maioria dos usuários possui contas em mais de um serviço desse tipo. A idéia central baseia-se no fato de que mesmo em redes sociais diferentes, certas informações de um mesmo usuário devem se repetir, tais como endereço de e-mail e identificadores de serviços de mensagens instantâneas. Dessa forma, toda vez que encontra duas instâncias da classe *Pessoa* (foaf:Person) que possuem propriedades como endereço de correio eletrônico (foaf:mbox) com valores idênticos, o sistema infere que essas instâncias representam na verdade a mesma pessoa.



**Figura 1: Uma rede egocêntrica construída a partir de um usuário com contas em quatro redes sociais distintas**

A Figura 1 exemplifica a estrutura de uma rede de redes sociais proposta pelos autores. O círculo central representa um usuário que possui contas em quatro redes sociais distintas, aqui definidas como redes *G*, *B*, *D* e *I*. Este usuário possui um amigo com contas em três dessas redes, sete amigos com contas em duas redes e o restante dos amigos com conta em apenas uma das redes sociais analisadas.

Um dos problemas dessa abordagem encontra-se justamente no método utilizado para inferir se duas instâncias da classe *Pessoa* (foaf:Person) representam a mesma pessoa: usuários diferentes podem ter cadastrado o mesmo endereço de correio eletrônico por engano, erro de grafia, ou podem até mesmo compartilhar uma conta de e-mail; o que acabaria por determinar equivocadamente que essas instâncias representam o mesmo indivíduo. Além disso, o contrário também pode ocorrer: a mesma pessoa pode cadastrar diferentes endereços de correio eletrônico em redes sociais distintas, o que impediria que suas duas contas fossem identificadas como sendo do mesmo indivíduo. Portanto, a conclusão desse trabalho indicou que essa abordagem não é de fato muito eficiente como estratégia de crescimento de redes sociais. Outro problema detectado foi em relação aos web sites analisados. As redes sociais mais populares (como Facebook, MySpace e Orkut, por exemplo) não disponibilizaram acesso a sua lista de usuários por questões de privacidade e segurança dos dados. Assim o estudo ficou restrito a redes sociais menores e que já publicam seus dados no formato FOAF na Internet, mas que são em sua maioria direcionadas a públicos específicos como sites de blogs e notícias. Estes sites ainda possuem menor atividade social se comparados com as redes sociais tradicionais. O resultado por isso acaba por não representar a realidade de redes puramente sociais.

## 4.2 NoseRub

NoseRub (<http://noserub.com/>) é um protocolo para redes sociais descentralizadas que tem como finalidade ser a base para a construção de aplicações de redes sociais distribuídas, permitindo a integração entre distintas redes sociais através de padrões abertos como o FOAF. Por arquitetura distribuída entende-se que os dados dos usuários podem estar armazenados em servidores distintos (tanto próprios quanto servidores de redes sociais já existentes) utilizando-se do protocolo NoseRub para sincronização e integração dos dados.

O web site do projeto possui disponível para download uma implementação de exemplo do protocolo em PHP com sistema de banco de dados MySQL. Entretanto, a partir da especificação do protocolo é possível que se criem implementações em diferentes linguagens e padrões. Ele é distribuído através da licença de código fonte aberto *MIT License*<sup>2</sup>.

## 4.3 DSNP

O *Distributed Social Networking Protocol* (DSNP) - <http://www.complang.org/dsnp/> - é outro protocolo que tem como finalidade a integração entre distintas redes sociais através de uma arquitetura distribuída. Assim os dados pessoais dos usuários podem ser armazenados em locais de sua preferência, garantindo um maior controle de acesso a informações privativas. O princípio de funcionamento do protocolo baseia-se na criação de uma identidade e na definição de onde o perfil do usuário será armazenado, com a possibilidade de armazenamento único no próprio dispositivo do usuário. A partir desse ponto o usuário pode iniciar a busca por amigos utilizando o próprio protocolo DSNP.

## 5 Critérios de Análise

De forma a proporcionar uma melhor comparação das características dos serviços de middleware analisados, foram estabelecidos alguns critérios de análise dentro do que se espera de aplicações de Rede Sociais Pervasivas. Esses critérios são descritos detalhadamente a seguir.

### 5.1 Tecnologia de Localização e de Rede

A obtenção da localização física do usuário e a capacidade de interação ponto a ponto entre dispositivos são aspectos fundamentais em uma RSP [Mokhtar e Capra, 2009]. Conhecer a localização do usuário com um determinado grau de precisão ou identificar sua capacidade de trocar informações com usuários próximos são diferenciais relevantes na análise comparativa dos serviços de middleware disponíveis. Por isso, as plataformas serão classificadas de acordo com o suporte aos seguintes serviços de rede:

- Bluetooth (ou outra tecnologia de rede de curto alcance);
- Localização por GPS;
- Localização por antenas de rede móvel celular;
- Localização por antenas de rede WiFi;
- Localização por informação textual, realizada pelo próprio usuário.

### 5.2 Arquitetura

Desde o seu surgimento, as redes sociais tradicionais adotam em grande maioria o modelo de arquitetura centralizada, onde uma base de dados única armazena os dados de perfis dos usuários, bem como suas relações sociais e participação em grupos de interesse. Na Seção 4 discutimos algumas alternativas a esse modelo que fazem uso de paradigmas de programação distribuída para descentralizar o repositório de informações das redes sociais e permitir a integração entre redes sociais distintas. Dessa forma, os serviços de middleware analisados na Seção 6 serão classificados de acordo com a arquitetura utilizada, levando-se em consideração principalmente a adoção de padrões abertos que facilitam a integração com outros serviços, tais como HTTP e XML.

### 5.3 Gestão de Dados Sensíveis (Segurança)

Outro aspecto muito importante a ser analisado é como os serviços de middleware tratam o controle de acesso a dados privativos dos usuários, como por exemplo a sua localização. Esse conceito relaciona-se de certa forma com a arquitetura adotada, uma vez que no modelo de arquitetura centralizada as informações dos usuários são armazenadas em um único local. Nesse caso o usuário depende de controles e ferramentas que a plataforma ofereça para gerenciar o acesso a seus dados. Na arquitetura distribuída, por outro lado, o usuário tem a opção de assumir totalmente a gestão de seus dados, determinando com segurança a forma como eles estarão disponíveis para seus amigos e a outros integrantes da rede social.

## **5.4 Rede Social Utilizada**

O conceito de rede social online se difundiu rapidamente, e uma variedade de opções de redes se apresentam aos usuários. Muitos usuários já criaram suas contas e utilizaram seu tempo procurando os contatos conhecidos em uma rede, e a necessidade de repetir todo esse trabalho numa nova rede social pode desestimular seu uso. Uma aplicação de Rede Social Pervasiva interessante é aquela que utilize uma rede social na qual o usuário já tenha criado sua rede de contatos e esteja acostumado a seus termos e características.

## **5.5 Descoberta de Novos Elos Sociais**

Até o presente momento, todo o trabalho de criação e manutenção da rede social de um usuário é responsabilidade dele próprio, auxiliado algumas vezes por ferramentas de sugestão que a Rede Social disponibiliza. Descobrir possíveis novos elos sociais e sugerir novos amigos são características que aumentam o interesse de usuários por uma aplicação de RSP.

# **6 Serviços de Middleware**

Os seguintes serviços de middleware foram selecionados para análise neste trabalho e serão analisados a partir das características definidas na Seção 5.

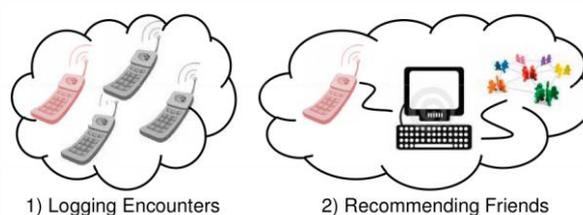
## **6.1 FriendSensing**

O FriendSensing [Quercia e Capra, 2009] é uma plataforma que propõe a integração de informações de contexto do usuário de dispositivos móveis com redes sociais como o Facebook. O conceito da plataforma baseia-se na idéia de que a busca e confirmação de amigos nessas redes sociais são um trabalho tedioso e que consome um certo tempo de dedicação dos usuários. De certa forma trata-se de uma evolução do serviço “Sugestões de Amigos”, recentemente lançado pelo Facebook, e que recomenda novos amigos para os usuários com base na seguinte idéia: se um amigo seu conhece uma determinada pessoa, o Facebook assume que você pode vir a conhecer aquela pessoa e pode ter interesse em adicioná-la à sua rede social. Entretanto, essa forma de recomendação é puramente baseada no conceito de proximidade social, e por isso tem pouco valor para membros novos e que ainda não formaram suas relações sociais, por exemplo.

Formas alternativas de estabelecer sugestões de amigos incluem ainda a análise de interesses comuns, mas isso depende do cadastro de informações detalhadas sobre perfil e interesses por parte dos usuários do sistema. A recusa em fornecer tais informações é algo bastante comum e pode ocorrer basicamente por duas razões: desinteresse do usuário em dedicar muito tempo à configuração do sistema ou simplesmente receio de que seus dados sejam utilizados de forma indevida pelos administradores do sistema (como para oferta de produtos, inclusão em listas de mensagens, extorsão etc.).

Entretanto, existe uma forma até o momento pouco explorada e menos invasiva para coleta dessas informações, que faz uso de tecnologia largamente disponível no mercado. Ela se baseia na coleta de dados de proximidade de outros dispositivos móveis através da utilização de conexões de rede de curto alcance como o Bluetooth.

Uma vez que a grande maioria das pessoas hoje carrega seus telefones durante todo o dia, isso fornece uma grande quantidade de dados sobre seu comportamento e acerca das pessoas com as quais ela se relaciona. E é justamente este o conceito fundamental do FriendSensing.



**Figura 2: Conceitos fundamentais do FriendSensing**

O middleware FriendSensing cria automaticamente recomendações de pessoas que um usuário possa conhecer baseado em duas etapas de processamento (Figura 2):

**Registro de Encontros** - através da utilização de tecnologias de rádio de curto alcance (e.g., Bluetooth) atualmente disponíveis na grande maioria dos dispositivos móveis presentes no mercado, cada usuário registra de forma transparente os encontros que teve com outras pessoas usando dispositivos com o serviço também ativado. De forma mais precisa, cada aparelho *A* armazena informações sobre quantas vezes ele encontrou-se com um aparelho *B* e por quanto tempo *A* e *B* permaneceram próximos. É importante ressaltar que esse conceito se baseia na premissa de que um telefone móvel é um dispositivo pessoal e que, dessa forma, ele não é compartilhado entre dois ou mais indivíduos. Além disso, assume-se que é possível vincular o dispositivo móvel (em outras palavras o identificador único do Bluetooth do aparelho) à identidade do usuário nos web sites de redes sociais.

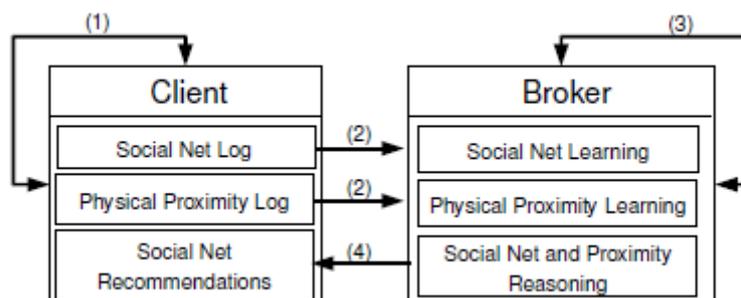
**Recomendação de Amigos** - registros de encontros são posteriormente processados de forma a buscar dentre as pessoas encontradas as que seriam relevantes para então enumerá-las em uma lista de sugestão de contatos para o usuário. O FriendSensing não fixa de antemão aonde o processamento dos registros de proximidade deve ocorrer. Ele pode ser feito dentro da plataforma da rede social ou no próprio dispositivo móvel, dependendo de quão sensíveis são os dados em relação à privacidade dos usuários.

## 6.2 Proposta de University College London

Para melhorar o serviço das RSP, [Mokhtar, McNamara e Capra, 2009] apresenta uma proposta de Middleware que implementa uma RSP semi-distribuída. Nesse middleware, cada dispositivo móvel registra os encontros que tem com outros dispositivos (percebidos via bluetooth) em um log. O middleware, que é hospedado em um conjunto de nós chamados *brokers*, obtém esses logs, bem como as informações sobre interesses do usuário e suas redes sociais. Os *brokers* trocam informações entre si, e utilizam algoritmos de propagação em redes sociais para inferir novos elos sociais até então inexistentes. Os *brokers* então calculam uma medida de similaridade, combinando a proximidade física e a social entre os usuários, e utilizam essa medida para realizar recomendações aos usuários.

Esse middleware apresentado por [Mokhtar, McNamara e Capra, 2009] não considera a manutenção da privacidade das redes sociais dos usuários, tampouco estuda as estratégias de eleição dos *brokers*, nem discute os mecanismos de incentivo a um nó para que esse passe a agir como um *broker*. A autora diz que todos esses

assuntos serão estudados futuramente. O foco do estudo é, baseado no comportamento do usuário, inferir possíveis novos elos sociais.



**Figura 3: Componentes do Middleware e interações [Mokhtar, McNamara e Capra, 2009]**

A implementação do middleware é realizada da seguinte maneira: cada cliente mantém informações sobre quais atividades praticou, com quem e com que grau de preferência social. Durante todo o tempo, os clientes também mantêm informações sobre os outros clientes que estiveram na vizinhança. Os brokers são responsáveis por obter as informações dos clientes e, então, calcular e sugerir recomendações. Quando um cliente encontra um broker, transfere seus logs para este. Quando dois brokers se encontram, trocam informações sobre os logs armazenados e propagam os links sociais utilizando as informações recém recebidas. Então, os brokers calculam novas recomendações para os clientes e os informam das novas recomendações calculadas nas novas ocorrências de encontro cliente-broker.

As recomendações utilizam o seguinte cálculo:

$$Utility(A, B, act) = \alpha * SocialProximity(A, B, act) + \beta * PhysicalProximity(A, B)$$

onde *SocialProximity* corresponde ao peso do link social (direto ou propagado) entre os clientes A e B, com relação à atividade *act*, e *PhysicalProximity* é o valor da proximidade física, calculada de acordo com o logs de encontros percebidos via bluetooth.  $\alpha$  e  $\beta$  são parâmetros que podem ser ajustados para priorizar uma das componentes de proximidade, o que pode ser necessário para algumas aplicações. *Act* é uma atividade qualquer, pela qual os clientes A e B apresentam algum grau de interesse e na qual possuem algum tipo de proximidade social. Por exemplo, pode representar a atividade *corridas de rua*, e a proximidade social poderia ser calculada usando informações como “corridas em que o usuário participou”, ou “equipe pela qual o usuário compete”, ou “treinador do usuário”.

[Mokhtar, McNamara e Capra, 2009] consideram três possíveis implementações do middleware, considerando uma implementação com a existência de apenas um broker, com o qual todos os clientes devem se comunicar para obter recomendações, totalmente centralizada; uma implementação com a existência de um conjunto de brokers, eleitos por um dentre vários possíveis critérios, que chama de semidistribuída ou de Overlay Móvel; e uma implementação totalmente distribuída, onde todos os nós atuam como brokers, trocam informações e calculam propagações e recomendações de acordo com as informações que obtém.

As melhores soluções ocorrem na utilização de uma implementação semidistribuída, onde um número relativamente pequeno de nós utilizados propagam as informações de interesse rapidamente e sem a geração de quantidade muito grande de logs de informações sociais e de proximidade.

### 6.3 Google Latitude

O Google Latitude é um serviço de middleware oferecido pelo Google para usuários de dispositivos móveis do mundo todo. Ele provê funcionalidades de localização de usuários através de seu dispositivo móvel e tem como principal apelo a integração com aplicações do Google como o Orkut (rede social do Google), Google Maps, Google Earth, Google Talk (ferramenta de mensagens instantâneas), Gmail e blogs. Na maioria dos casos, o objetivo é indicar a localização do usuário no momento em que escreve uma mensagem, inicia uma sessão de bate papo ou simplesmente define a melhor rota para uma determinada localidade. No caso do Orkut, por outro lado, existem outras aplicações relevantes mais voltadas ao âmbito de redes sociais. Uma vez que este serviço pode ser estendido para os amigos de um usuário, é possível, por exemplo, que ele realize o acompanhamento da localização de seus amigos em tempo real. A Figura 4 apresenta os conceitos fundamentais do Google Latitude: histórico de localização, alertas de proximidade e publicação de informações de localização em redes sociais.

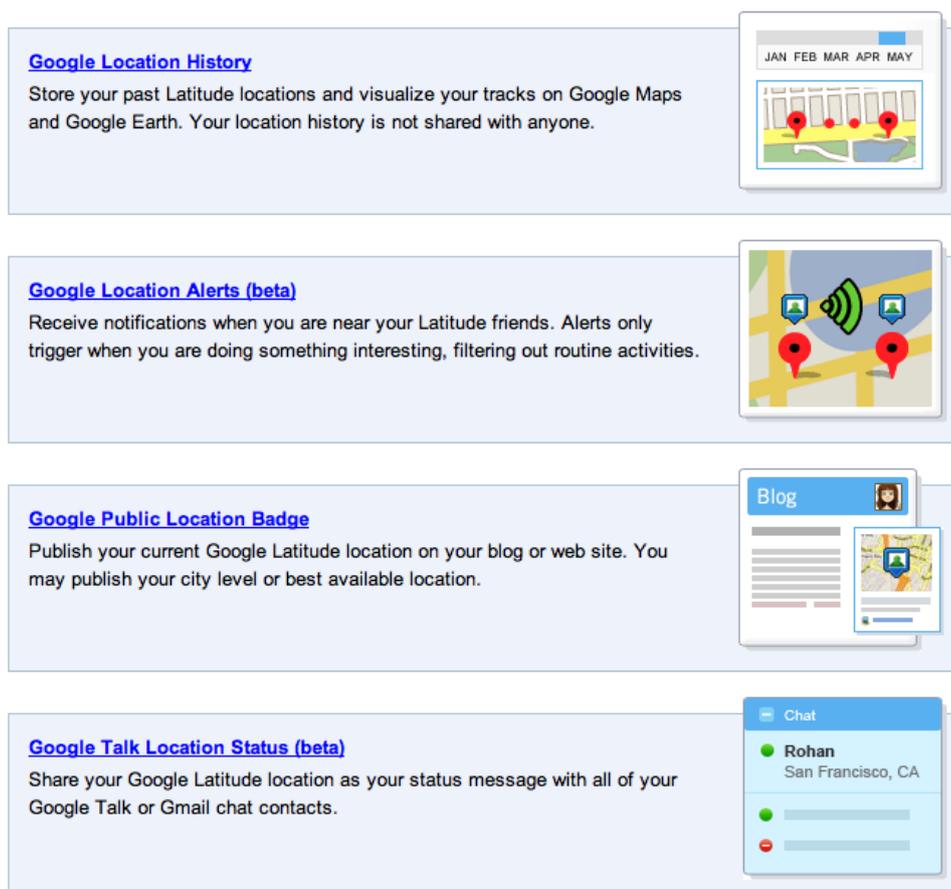


Figura 4: Aplicações do Google Latitude [Google]

Através da funcionalidade chamada *Latitude Alerts* o usuário pode ser notificado sempre que um de seus amigos está por perto. Essa funcionalidade, em conjunto com outra chamada de *Histórico de Localizações* permite que você receba as notificações de

proximidade apenas quando estiver em lugares não usuais, evitando assim notificações de amigos enquanto você está em casa ou no seu ambiente de trabalho. A facilidade *Histórico de Localizações* permite ainda que um usuário revisite os trajetos percorridos em um determinado período de tempo. O *Crachá de Localização Pública* informa aos visitantes de um blog qual é a localização de seu autor no momento e a integração com o Google Talk permite que contatos no serviço de mensagens instantâneas visualizem a localização atual de um usuário em diferentes níveis (país, estado, cidade ou bairro, por exemplo).

O middleware do Google para dispositivos móveis pode determinar a localização dos usuários a partir de três fontes de sinal: o GPS do dispositivo, as antenas de rede móvel celular ou as antenas de pontos de acesso a redes WiFi [Vaughan-Nichols, 2009]. Dessa forma a solução garante cobertura mesmo em locais onde o sinal de satélite não está disponível, como em locais fechados. A precisão das informações pode variar de 10 a 20 metros dependendo da precisão da fonte de dados disponível em um determinado momento.

Por não ser uma solução aberta, o Google não fornece detalhes sobre a arquitetura de implantação da solução, mas dada a natureza dos serviços da empresa estima-se que toda a troca de informações entre os usuário ocorra através de um serviço de cloud, onde é armazenado o perfil dos usuários, bem como seus dados de localização atual e histórico.

Em relação à privacidade, o Google garante que o histórico de localização de um usuário não é visível publicamente ou mesmo pelos amigos do usuário no sistema. Além disso, usuários podem apagar seu histórico (ou parte dele) a qualquer momento.

## 6.4 ANTHEM

ANTHEM é uma plataforma oferecida pela empresa Good Technology [Good Technology] para as operadoras de telefonia móvel celular, e que chega aos usuários finais através de serviços vendidos por essas operadoras a seus assinantes. A idéia central do ANTHEM é unificar os serviços oferecidos por redes sociais em uma plataforma única de acesso através de dispositivos móveis celulares. Além disso, os usuários contam com acesso a suas contas de correio eletrônico e serviços de mensagens instantâneas.



Figura 5: Arquitetura do ANTHEM

A arquitetura do ANTHEM possui um proxy que centraliza o acesso feito a partir de uma aplicação cliente instalada nos dispositivos móveis. Esse middleware é

responsável pela comunicação com diferentes provedores de conteúdo e de serviços, conforme mostrado na Figura 5. A aplicação instalada nos telefones móveis possui uma interface única para todos os serviços, o que visa otimizar a utilização por parte dos usuários finais e simplifica tarefas de suporte e distribuição de aplicativos para as operadoras. De forma a garantir uma melhor compatibilidade com as diferentes interfaces providas pelas aplicações de redes sociais, a plataforma faz toda a renderização de conteúdo no servidor e não nos dispositivos móveis.

## 6.5 Dodgeball

A aplicação Dodgeball é um serviço de localização baseado em SMS, criado em 2000 por alunos da Universidade de Nova Iorque [WIKI10]. Nesse serviço, os usuários enviam uma mensagem de texto com a informação do local onde se encontram, em um formato especificado (por exemplo, “@ Shopping da Gávea”), e a aplicação se encarrega de difundir essa informação para os amigos do usuário (ou talvez também para os amigos dos amigos), registrados na Rede Social do Dodgeball, que se registraram login recentemente e se encontrem a uma distância de até 10 quarteirões. O Dodgeball também permite enviar mensagens gerais de anúncio, como “Festa amanhã na casa do Pedro”. Esse serviço não utiliza localização GPS – nele os usuários devem informar o local onde se encontram.

Como ponto favorável do Dodgeball temos a segurança, pois os dados do usuário são informados espontaneamente por ele, e nunca alguém poderá reclamar de “invasão de privacidade” ao usar esse serviço. Por outro lado, o serviço depende da preexistência da rede social bem definida, de uma lista de locais pré-cadastrados e do lançamento correto da informação de localização do usuário.

Em 2005, a Google adquiriu o serviço, e o descontinuou no início de 2009.

## 6.6 Loopt

O Loopt é uma aplicação para iPhone, Blackberry e Android que se vale da localização via GPS e/ou da triangulação de antenas para cadastrar a informação de localização geográfica às atualizações do usuário. É oferecido através das operadoras de telefonia celular, visto que a localização por triangulação depende delas. Como é um produto comercial, a gama de informações sobre o serviço é bastante restrita. Mas pode-se saber que é possível visualizar em um mapa, na tela do dispositivo móvel, os locais de interesse disponíveis nas proximidades, as fotos cadastradas por amigos em um determinado local geográfico e, principalmente, a última posição informada por um amigo (e possivelmente de amigos de amigos). Tem como vantagem o fato de informar automaticamente a posição geográfica do usuário, e adicionar essa informação nas atualizações realizadas. Isso pode caracterizar também um problema de segurança, já que qualquer pessoa poderá saber sua localização em qualquer instante. O site que oferece o serviço não informa como a rede de amigos é atualizada [Lopt09].

## 6.7 Brightkite

Outra aplicação para iPhone, Blackberry e Android é o Brightkite. Em comum com o Loopt, tem a característica de oferecer ao usuário a oportunidade de realizar lançamentos (cadastrar fotos, registrar locais, enviar vídeos, etc) associados a uma informação geográfica. A posição geográfica não precisa ser necessariamente informada pelo usuário, o que oferece um grau maior de privacidade. Além disso, o

usuário pode informar essa posição geográfica com a precisão que desejar (pelo nome do país, da cidade, pelo cep, entre outros). Nesse serviço, as relações de amizade não são simétricas, ao contrário de muitas redes sociais conhecidas. Você pode se declarar amigo de alguém sem que a pessoa esteja de acordo com isso, e sem que ela precise adicionar você como amigo também.

No Brightkite, todos os lançamentos realizados podem ser disponibilizados apenas para o próprio usuário, somente para seus amigos ou para qualquer usuário do Brightkite. O sistema oferece ainda sistema de busca, que pode retornar os lançamentos cadastrados em regiões próximas à que o usuário se encontra, e pode também retornar a última localização informada de um determinado amigo [Brig09].

## 7 Análise comparativa

Com base nas informações disponíveis sobre cada um dos serviços analisados, foi possível tecer uma comparação (resumida na Tabela 2) relacionando as características esperadas de uma plataforma de middleware para redes sociais pervasivas. A análise dos sistemas foi feita com relação aos critérios apresentados na sessão 5.

Em relação à tecnologia para localização/proximidade, o FriendSensing possui um diferencial interessante que é a utilização da tecnologia Bluetooth, o que fornece uma precisão bastante satisfatória para informações de proximidade. Por outro lado, a utilização unicamente do Bluetooth limita a plataforma de middleware a informações de proximidade ponto a ponto, não permitindo por exemplo serviços como localizador de amigos ou informações de proximidade num raio maior do que o suportado pelo sinal Bluetooth. O Google Latitude, por sua vez, pode ser considerado o serviço mais completo em relação a tecnologias de rede suportadas, uma vez que ele pode ser utilizado até mesmo por aparelhos que não possuam GPS embutido (nesse caso com uma precisão menor na localização dos usuários). Não foi possível efetuarmos uma análise do ANTHEM em relação a este critério já que não haviam informações disponíveis no web site da empresa.

Nos critérios de arquitetura e privacidade mais um vez o FriendSensing apresenta uma idéia inovadora e original: a topologia distribuída. Usuários podem optar por onde armazenar seus perfis e como divulgá-los na rede social, além de permitir a integração plataformas distintas e a criação de redes de redes sociais. A plataforma do Google não oferece a opção de integração com redes sociais além da sua própria (o Orkut) e utiliza uma arquitetura centralizada e de funcionamento desconhecido para os usuários. Em outras palavras, o usuário desconhece a forma como seus dados são armazenados e como são utilizados pelo Google. O ANTHEM apresenta de certa forma um meio termo entre as duas abordagens anteriores. Do ponto de vista do usuário do dispositivo móvel, a arquitetura é centralizada no servidor onde o middleware é executado. Entretanto, um dos princípios fundamentais dessa solução é a integração entre diversas plataformas de redes sociais, o que acaba por contribuir para a visão de uma arquitetura parcialmente distribuída.

Os serviços já oferecidos têm em comum o fato de utilizarem as informações das Redes Sociais como base de conhecimento dos interesses do usuário, e agregam a esse conhecimento à informação da localização (de outros usuários ou de pontos de interesse). A principal diferença entre eles é a forma como essa informação de localização é obtida – pode ser por GPS, por mensagem de texto ou por triangulação de sinais, cada qual com sua precisão e granularidade associados. A quebra de paradigma apresentada pelo middleware da University College London está no fato de abordar

essa rede social por um lado diferente dos outros: enquanto os serviços já oferecidos usam a rede social do usuário para indicar os amigos que estão por perto, o middleware apresenta uma maneira de analisar as pessoas com as quais o usuário convive e sugerir quais delas são amigos em potencial, para serem adicionados à lista de contatos na Rede Social da Web.

|                 | Objetivo   | Deteção de Posição ou Proximidade | Arquitetura                                   | Privacidade   | Rede Social           | Atualização |
|-----------------|--|-----------------------------------|---|---|-----------------------|-------------|
| Dodgeball       | Divulgar eventos sociais ou informações pessoais a amigos                                | SMS                               | Centralizada                                  | Todas informações são responsabilidade do usuário                             | Própria               | Não         |
| Loopt           | Informar a localização do usuário e de seus amigos                                       | GPS/Triang                        | Centralizada                                  | Armazenamento controlado pelo provedor do serviço                             | Própria               | Não         |
| Brightkite      | Informar a localização do usuário e de seus amigos                                       | informada pelo usuário            | Centralizada                                  | Armazenamento controlado pelo provedor do serviço, mas filtrados pelo usuário | Própria e assimétrica | Não         |
| Google Latitude | Informar a localização do usuário e de seus amigos                                       | GPS, WiFi, 3G e GPRS              | Centralizada                                  | Armazenamento controlado pelo provedor do serviço                             | Orkut                 | Não         |
| ANTHEM          | Unificar o acesso a serviços de redes sociais através de interface única                 | Não Disponível                    | Centralizada                                  | Armazenamento controlado pelo provedor do serviço                             | Várias                | Não         |
| Friend Sensing  | Promover o crescimento de redes sociais através da recomendação de amigos                | Bluetooth                         | Distribuída                                   | Armazenamento dos dados em local definido pelo usuário                        | Indiferente           | Sim         |
| UCL*            | Promover o crescimento de redes sociais através da análise de comportamento dos usuários | Bluetooth                         | Centralizada, Distribuída ou Semi-distribuída | Sim/Não   | Indiferente           | Sim         |

**Tabela 2: Comparativo dos serviços de middleware analisados**

\*UCL = University College London

## 8 Conclusão

Neste trabalho foram apresentados alguns conceitos, algoritmos e protocolos relacionados a Redes Sociais Pervasivas, bem como uma análise comparativa de sete serviços de middleware voltados para esse tipo de rede social. Essa comparação foi baseada em cinco critérios: tecnologia de localização e de rede, arquitetura, tratamento a dados sensíveis dos usuários, rede social utilizada e descoberta de novos elos sociais. Observamos que algumas idéias já muito difundidas em outros serviços, como arquitetura descentralizada e distribuída, começam a ser introduzidos nos serviços de middleware para RSP. Esse tipo de arquitetura já é amplamente utilizada em ferramentas de comunicação (e.g., Skype) e plataformas de troca de arquivos (e.g., Torrent), mas até pouco tempo era pouco presente mesmo em plataformas tradicionais de redes sociais.

Outro aspecto interessante que foi observado é em relação às iniciativas de integração entre diferentes plataformas de RSP através de protocolos e middlewares já utilizados em redes sociais, como o FOAF [Golbeck e Rothstein]. Como se viu, o problema clássico de propagação de Redes Sociais nada mais é que um problema de Web Semântica e, por isso, soluções já utilizadas nessa área tendem a apresentar resultados bastante satisfatórios quando aplicados a RSP [Ding et al., 2006]. A adoção de padrões abertos também merece destaque, uma vez que é através desses padrões que se torna possível a integração entre as diferentes redes sociais já existentes.

Em relação à segurança, o principal aspecto a ser considerado pelos usuários é o quanto pode ser interessante e/ou perigoso a divulgação da informação sobre sua posição geográfica. Um jovem que deseje saber quais de seus amigos estão localizados nas redondezas pode se interessar pelo serviço, mas pessoas que procurem potenciais vítimas para sequestro também podem se utilizar dessas facilidades. O cuidado do usuário na hora de informar sua localização geográfica para um determinado grupo de usuários ou para qualquer usuário do sistema é de fundamental importância.

Além disso, existe a preocupação de se manter uma quantidade muito grande de informações a respeito de si mesmo nas mãos de uma empresa, como por exemplo a Google, já que não se pode ter certeza do uso que será feito dessas informações.

De qualquer maneira, o cruzamento das informações que já estão disponíveis em diversos sistemas utilizados na Internet, bem como a utilização de informações do comportamento do indivíduo para predição da sua rede de contatos, são avanços já realizados no atual estágio de desenvolvimento das Redes Sociais Pervasivas. Outros aspectos precisam ainda ser melhor estudados, especialmente a segurança e a privacidade, como já mencionado. Outro ponto que pode ser vislumbrado para envolvimento nesses sistemas num futuro próximo é a participação dos ambientes nessas redes. Os usuários identificariam não somente outras pessoas, mas também os espaços físicos, equipamentos, eletrodomésticos, e quaisquer outros elementos que possam se comunicar eletronicamente com o dispositivo móvel do usuário.

## Referências Bibliográficas

- [Mokhtar, McNamara e Capra, 2009] MOKHTAR, S.; MCNAMARA, L.; CAPRA, L. A Middleware Service for Pervasive Social Networking. International Workshop on Middleware for Pervasive Mobile and Embedded Computing (M-MPAC), Urbana Champaign, Illinois, USA, Dez. 2009. Disponível em: <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/l.capra/publications/31.pdf> Acesso em: 17 nov. 2009.
- [Mokhtar e Capra, 2009] MOKHTAR, S.; CAPRA, L. From Pervasive To Social Computing: Algorithms and Deployments. 6th ACM International Conference on Pervasive Services (ICPS '09), London, UK, Julho 2009. Disponível em: <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/l.capra/publications/ICPS12-BenMokhtar.pdf> Acesso em: Nov. 17th 2009.
- [Quercia e Capra, 2009] QUERCIA, D.; CAPRA, L. FriendSensing: Recommending Friends Using Mobile Phones. 3rd ACM Conference in Recommender Systems, New York, USA. Out. 2009. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1639714.1639766> Acesso em: 20 nov. 2009.
- [Golder06] GOLDBERGER, Scott A., HUBERMAN, Bernardo A. Usage patterns of collaborative tagging systems. In *Journal of Information Science*, 32 (2) 2006 pp.198-208.
- [Humphreys07] HUMPHREYS, L. (2007) Mobile social networks and social practice: A case study of Dodgeball. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1):341-360.
- [Ding et al., 2006] DING, L.; ZHOU, L.; FININ, T.; JOSHI, A. How the Semantic Web is Being Used: An Analysis of FOAF Documens. 38th Hawaii International Conference on System Sciences, Big Island, Hawaii. Jan. 2006. Disponível em: <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/HICSS.2005.299> Acesso em: 20 nov. 2009.
- [Chen et al. 2009] CHEN, J.; GEYER, W; DUGAN, C.; MULLER, M.; GUY, I. "Make New Friends, but Keep the Old": Recommending People on Social Networking Sites. ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, Boston, USA. Abril 2009. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1518701.1518735> Acesso em: 20 nov. 2009.
- [Ferne, 2008] FERNE, P. Collaborative Filtering and Social Capital. W3C Workshop on the Future of Social Networking (MSNWS), Barcelona. Nov. 2008.
- [Terveen e McDonald, 2005] TERVEEN, L; MCDONALD, D. Social matching: A framework and research agenda. *ACM Transactions Computer-Human Interactions*, Barcelona. Set. 2005. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1096737.1096740> Acesso em: 20 nov. 2009.
- [Karagiannis e Vojnovic, 2009] KARAGIANNIS, T.; VOJNOVIC, M. Behavioral Information Retrieval in Folksonomies: Search and Ranking. 18th International World Wide Web Conference (WWW), Madrid. Abril 2009. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/r8313654k80v7231/> Acesso em: 20 nov. 2009.
- [Golbeck e Rothstein] GOLBECK, J.; ROTHSTEIN, M. Linking Social Networks on the Web with FOAF. Disponível em: <http://marmoset.cs.umd.edu/~golbeck/downloads/foaf.pdf> Acesso em: 20 nov. 2009.

[Lopt09] <http://www.loopt.com> Acesso em 28 nov. 2009.

[WIKI09] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede\\_social](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_social) Acesso em: 29 nov. 2009.

[WIKI10] [http://en.wikipedia.org/wiki/Dodgeball\\_\(service\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Dodgeball_(service)) Acesso em: 25 fev. 2010.

[RWW09][http://www.readwriteweb.com/archives/shiny\\_happy\\_brightkite\\_check\\_out\\_the\\_site.php](http://www.readwriteweb.com/archives/shiny_happy_brightkite_check_out_the_site.php) Acesso em: 29 nov. 2009.

[Brig09] <http://brightkite.com/> Acesso em: 29 nov. 2009.

[Google] GOOGLE. Google Latitude. Disponível em:  
[http://www.google.com/intl/en\\_us/latitude/intro.html](http://www.google.com/intl/en_us/latitude/intro.html) Acesso em: 25 fev. 2010.

[Vaughan-Nichols, 2009] VAUGHAN-NICHOLS, S. How Google Latitude locates you. Disponível em:  
[http://www.computerworld.com/s/article/9127462/FAQ\\_How\\_Google\\_Latitude\\_locates\\_you\\_](http://www.computerworld.com/s/article/9127462/FAQ_How_Google_Latitude_locates_you_) Acesso em: 20 nov. 2009.

[Good Technology] GOOD TECHNOLOGY. Anthem Overview. Disponível em:  
<http://www.intercastingcorp.com/anthem/overview.php> Acesso em: 25 fev. 2010.