

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Um Ambiente Colaborativo Baseado em
Localização Aplicável ao Domínio de Cidades
Inteligentes

Ana Gabrielle Ramos Falcão

Campina Grande, Paraíba, Brasil

Agosto de 2013

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Um Ambiente Colaborativo Baseado em
Localização Aplicável ao Domínio de Cidades
Inteligentes

Ana Gabrielle Ramos Falcão

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande –
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Banco de Dados e Internet

Cláudio de Souza Baptista, Ph.D.

(Orientador)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

Agosto de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F178a	<p data-bbox="464 1225 815 1249">Falcão, Ana Gabrielle Ramos.</p> <p data-bbox="464 1256 1267 1350">Um ambiente colaborativo baseado em localização aplicável ao domínio de cidades inteligentes / Ana Gabrielle Ramos Falcão. – 2013.</p> <p data-bbox="504 1357 676 1382">87 f. : il. color.</p> <p data-bbox="464 1420 1267 1514">Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.</p> <p data-bbox="504 1552 1123 1615">"Orientação: Prof. Cláudio de Souza Baptista, Ph.D." Referências.</p> <p data-bbox="464 1653 1267 1715">1. Ambientes Colaborativos Baseados em Localização. 2. Cidades Inteligentes I. Baptista, Cláudio de Souza. II. Título.</p> <p data-bbox="1043 1749 1257 1774">CDU 004.65(043)</p>
-------	---

**"UM AMBIENTE COLABORATIVO BASEADO EM LOCALIZAÇÃO APLICÁVEL AO
DOMÍNIO DE CIDADES INTELIGENTES"**

ANA GABRIELLE RAMOS FALCÃO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/08/2013


CLÁUDIO DE SOUZA BAPTISTA, Ph.D., UFCG
Orientador(a)


JOÃO JOSÉ VASCO PEIXOTO FURTADO, Ph.D., UNIFOR
Examinador(a)


JOSÉ EUSTAQUIO RANGEL DE QUEIROZ, D.Sc, UFCG
Examinador(a)

CAMPINA GRANDE - PB

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, por me proporcionar esta oportunidade e me dar forças e saúde para realizar esta pesquisa.

Agradeço também aos meus pais, Walter e Iaponira, por todo o esforço, dedicação e apoio em todos os momentos de minha vida, sem os quais eu não seria capaz de alcançar tamanha realização. À minha irmã, Ana Danielle e seu marido, Severino, por todas as alegrias e por me incentivarem em mais esta etapa.

Ao meu namorado, Ricardo, pelo amor e paciência durante todo o período do mestrado e por sempre torcer pelo meu sucesso, me dando conselhos e me ajudando nos momentos difíceis.

A todos os meus amigos, pela compreensão de minhas ausências, pelo apoio e pelos momentos de descontração proporcionados.

Ao meu orientador, Cláudio Baptista, por acreditar em meu potencial, desde a graduação e não me permitir desistir desta caminhada. Obrigada pela paciência, dedicação, motivação e conhecimentos transmitidos.

Obrigado a todos os colegas do Laboratório de Sistemas de Informação pelas trocas de ideias, incentivos e experiências compartilhadas.

Aos professores José Eustáquio Rangel e Vasco Furtado, por aceitarem o convite para participar da banca examinadora de minha dissertação.

Meus agradecimentos à Universidade Federal de Campina Grande, ao Centro de Engenharia Elétrica e Informática, ao Departamento de Sistemas e Computação e à Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação que apoiaram a realização do meu trabalho. À CAPES, pelo apoio financeiro no período em que este foi necessário.

Enfim, agradeço a todos que participaram, direta ou indiretamente, deste trabalho.

Resumo

Soluções de Cidades Inteligentes estão sendo estudadas e aplicadas por pesquisadores e governos por todo o mundo, a fim de contornar os problemas encontrados com o crescimento das populações urbanas e pelos impactos negativos sofridos pela natureza. Grande parte dos modelos propostos na literatura, no entanto, utiliza sensores digitais para a recuperação das informações necessárias para sua execução, o que pode inviabilizar sua aplicação em cenários reais. Ao mesmo passo, com a rápida evolução das tecnologias e a facilidade de acesso a dispositivos emulados via GPS, surge a oportunidade de se utilizar as informações geográficas para enriquecer diversos tipos de sistema e melhorar sua usabilidade. Redes Sociais são um destes tipos de sistema que se beneficiam com os avanços tecnológicos, provendo serviços mais personalizados a seus usuários. Como consequência, surgem as Redes Sociais Baseadas em Localização ou Location-Based Social Networks (LBSN), que representam redes sociais cientes de localização, e similares ambientes de conteúdo colaborativo. Este estudo propõe uma solução de Cidades Inteligentes baseada em um ambiente colaborativo baseado em localização chamado Crowd4City, que explora as informações espaciais disponíveis, de modo a prover um ambiente onde os cidadãos (sensores) possam expressar suas insatisfações ou dar sugestões para melhorar suas cidades, também auxiliando entidades governamentais a melhor planejar novas estratégias de gerenciamento. Adicionalmente, são propostos um Modelo de Reputação, para prevenir um dos problemas mais comuns em sistemas de conteúdo colaborativo - a disseminação de conteúdo falso e spam - e técnicas de visualização, para melhorar a usabilidade do sistema. A utilidade e efetividade de ambientes colaborativos baseados em localização neste contexto, com o Crowd4City como estudo de caso, são avaliadas neste estudo.

Abstract

Smart Cities solutions are currently being studied and applied by researchers and governments throughout the world with the purpose of better managing the problems found with the increase of urban populations and negative impacts suffered by the nature. The majority of the existing proposed models, however, use digital sensors for the gathering of the necessary information for its execution, which may interfere directly with the feasibility of its application on real world scenarios. At the same pace, with the fast evolution of technologies and easy access to GPS enabled devices, arises the opportunity of using geographical information to enrich various types of systems and improve their usability. Social Networks are one of these to benefit the most from such advances, taking advantage and providing more personalized services to their users. As a consequence, emerge the Location-Based Social Networks (LBSNs), which represent location-aware social networks, and other similar collaborative content environments. This study proposes a Smart Cities solution based on a location-based collaborative environment called Crowd4City, which explores the spatial information available in order to provide an environment where the citizens (sensors) can express their dissatisfactions or give suggestions to improve their city, also helping government entities better plan new management strategies. Additionally, we also present a Reputation Model, to prevent one of the most common problems in collaborative content systems - spam dissemination - and visualization techniques, to improve the system's usability. The use and value of location-based collaborative environments in this context, with Crowd4City as a case study, are evaluated in this research.

Lista de Siglas

AJAX	<i>Asynchronous JavaScript and XML</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
FDP	<i>Função de Distribuição de Probabilidade</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
LBS	<i>Location-Based Services</i>
LBSN	<i>Location-Based Social Network</i>
ONU	<i>Organização das Nações Unidas</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
POI	<i>Point Of Interest</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

Lista de Figuras

Figura 1 - Web 1.0 x Web 2.0 (Imagem adaptada de Hinchcliffe [25]).....	19
Figura 2 - Comparando os paradigmas (Imagem adaptada de Kalsi [32]).....	20
Figura 3 - Exemplo do conjunto de setores das cidades que podem beneficiar-se com a abordagem de Cidades Inteligentes. (Imagem adaptada de Naphade et al [41]).....	22
Figura 4 - Exemplos das tecnologias utilizadas na integração dos serviços de diferentes setores das cidades. (Extraído de Lee et al [35]).....	22
Figura 5 - Pilares das LBSNs (Imagem adaptada de Microsoft Research [38]).....	23
Figura 6 - Tela principal do Crowd4City.....	35
Figura 7 - Formulário de cadastro de novo usuário.....	35
Figura 8 - Destaque para as opções de criação de marcadores.....	36
Figura 9 - Exemplo de Ponto criado no Crowd4City.....	36
Figura 10 - Exemplo de Polígono criado no Crowd4City.....	36
Figura 11 - Exemplo de Linha criada no Crowd4City.....	37
Figura 12 - Diálogo de criação de marcador.....	37
Figura 13 - Destaque para os tipos de marcador pré-definidos.....	38
Figura 14 - Exemplo de Cluster.....	38
Figura 15 - Exemplo de detalhes de um cluster.....	39
Figura 16 - Detalhes de marcador.....	39
Figura 17 - Detalhes de usuários, com destaque para o selo que indica sua reputação.....	40
Figura 18 - Filtros temporais.....	41
Figura 19 - Filtros avançados, com destaque para o filtro semântico.....	42
Figura 20 - Filtro espacial - Buffer.....	43
Figura 21 - Filtro espacial - Buffer selecionando um marcador existente.....	44
Figura 22 - Filtro espacial - Contains.....	45
Figura 23 - Pontos de Interesse disponíveis.....	45
Figura 24 - Arquitetura do Crowd4City.....	46
Figura 25 - Caso de Uso mostrando as principais funcionalidades do Crowd4City.....	47
Figura 26 - Página do perfil de um usuário.....	51

Figura 27 - Reputação final dos usuários.....	60
Figura 28 - Resultados detalhados da reputação.....	60
Figura 29 - Resultados detalhados da reputação.....	62
Figura 30 - Escala Likert - Adaptado de Bertram [4].....	64
Figura 31 - Resultados do questionário sobre a importância de uma ferramenta como o Crowd4City.....	66
Figura 32 - Resultados do questionário sobre o quão confiáveis as informações do Crowd4City são	67
Figura 33 - Resultados do questionário quanto aos filtros.....	69

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo de mapas coletivos encontrados na literatura	29
Tabela 2 - Valores e Variâncias resultantes do pré-teste, utilizados no cálculo do coeficiente Alpha de Cronbach.....	65

Conteúdo

Resumo	4
Abstract	5
Lista de Siglas	6
Lista de Figuras	7
Lista de Tabelas	9
Capítulo 1	13
Introdução	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivos Gerais	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.1.3 Relevância	15
1.1.4 Trabalhos Publicados	16
1.1.5 Organização Estrutural	16
Capítulo 2	18
Fundamentação Teórica	18
2.1 Web 2.0	18
2.2 Crowdsourcing	20
2.3 Cidades Inteligentes	21
2.4 Redes Sociais Baseadas em Localização	23
2.5 Considerações Finais	24
Capítulo 3	25
Trabalhos Relacionados	25
3.1 Cidades Inteligentes	25
3.2 Web 2.0 e Redes Sociais Baseadas em Localização	26
3.3 Estratégias de Reputação	31
3.4 Considerações Finais	33
Capítulo 4	34
Sistema Crowd4City: Arquitetura e Características	34

4.1	Crowd4City.....	34
4.1.1	Filtros.....	40
4.1.1.1	Filtro Temporal.....	41
4.1.1.2	Filtro Temático.....	42
4.1.1.3	Filtro Espacial.....	43
4.2	Arquitetura.....	46
4.2.1	Camada de Apresentação.....	47
4.2.2	Camada de Negócios.....	48
4.2.3	Camada de Dados.....	49
4.3	Considerações Finais.....	49
	Capítulo 5.....	50
	Modelo de Reputação.....	50
5.1	Formalização.....	52
5.1.1	Reputação dos marcadores.....	52
5.1.2	Reputação base dos usuários.....	53
5.1.3	Reputação total.....	55
5.2	Considerações Finais.....	57
	Capítulo 6.....	58
	Experimentos e Validação.....	58
6.1	Modelo de Reputação.....	58
6.1.1	Montagem do Experimento.....	58
6.1.2	Metodologia.....	59
6.1.3	Resultados.....	59
6.2	Questionário.....	62
6.2.1	Montagem do Experimento.....	63
6.2.2	Metodologia.....	63
6.2.3	Validação.....	64
6.2.3	Resultados.....	65
6.3	Considerações Finais.....	69
	Capítulo 7.....	70
	Conclusão.....	70
7.1	Contribuições.....	71
7.2	Trabalhos Futuros.....	71
	Referências Bibliográficas.....	73

Apêndice A - Questionário Aplicado.....	80
Apêndice B - Lista dos Termos e Expressões Associadas a Spam.....	86

Capítulo 1

Introdução

Com a disseminação de redes sociais (abrangendo atualmente inúmeros cidadãos), a evolução tecnológica e o fácil acesso a dispositivos emulados via GPS, as Redes Sociais Baseadas em Localização (Location Based Social Networks - LBSN) recebem mais atenção e ganham mais usuários todos os dias. Redes sociais deste tipo, como destacado por Ruiz Vicente et al. [50], "provêm serviços cientes de contexto que ajudam a associar usuários a conteúdos (...) e oferecem diferentes tipos de serviços, incluindo o compartilhamento de fotos, o acompanhamento de amigos e 'check-ins'".

Neste tipo de rede social, assim como em ambientes de conteúdo colaborativo baseados em localização, muita informação é gerada voluntariamente e as informações geográficas tornam-se disponíveis para serem exploradas de diversas maneiras. As LBSN, portanto, podem ser utilizadas em diversos cenários.

Atualmente, constata-se também que a população mundial e a densidade das áreas urbanas estão crescendo muito rapidamente, trazendo para a atenção dos governantes novos desafios quanto ao gerenciamento das cidades. A disponibilidade, mesmo dos recursos mais básicos - tais como água limpa, eletricidade e saneamento básico, pode ser prejudicada e parte da população passa a sofrer com as más técnicas de planejamento executadas pelas autoridades.

Outro problema que se pode constatar com a inflação da população é a deterioração do meio ambiente. Maior poluição, mais desmatamentos e perturbações das condições climáticas regulares todos os dias afetam a fauna e a flora do planeta, assim como a qualidade de vida humana.

Então, a população e as autoridades tornam-se mais conscientes e interessadas em solucionar estes problemas, visando à provisão de melhores condições de vida para os cidadãos e maiores cuidados com a natureza e o meio ambiente.

Soluções de Cidades Inteligentes estão sendo aplicadas por todo o mundo, com o objetivo de otimizar e recuperar os serviços e a infraestrutura das cidades. Apesar de comumente utilizarem-se de sensores digitais para a recuperação de informações,

indivíduos também podem, da mesma maneira, adquirir dados e analisar e modelar as informações obtidas. Portanto, percebe-se a possibilidade de unir os conceitos de Cidades Inteligentes e ambientes colaborativos baseados em localização (tais como LBSNs), de modo que os usuários (as pessoas) passam a tornar-se elementos mais ativos na cidade, superando sua posição passiva como meros receptores das informações e adquirindo um caráter mais atuante nas soluções.

Esta utilização de indivíduos como sensores baseia-se no conceito de *crowdsourcing* – “uso das habilidades perceptuais e cognitivas de um grupo de indivíduos para resolver um problema” [14] – tornando-os sensores participativos (sensores humanos ou *Participatory Sensors*). Desta forma, os sistemas passam a oferecer a possibilidade de aumento na gama de problemas a serem analisados e de melhoria na qualidade das soluções. Além disso, ainda segundo Erickson [14], “humanos podem contribuir com conhecimento qualitativo e mais profundo, analisar dados vagos ou incompletos e agir de maneiras que sistemas digitais frequentemente não são capazes”.

O ambiente colaborativo baseado em localização Crowd4City, desenvolvido nesta pesquisa, representa um modelo de Cidades Inteligentes com suporte a sensores participativos, visando a propiciar um ambiente que suporte melhorias na governança das cidades. Isto é atingido por meio da participação ativa da comunidade, reportando os problemas encontrados e acompanhando a aplicação das soluções propostas pelo governo.

Um problema existente nesta abordagem, entretanto, é a susceptibilidade a erros que estas entradas humanas podem apresentar, podendo gerar *spam* e conteúdo indesejado para o sistema. Para contorná-lo, então, é sugerida a implementação de um modelo de reputação, monitorando a qualidade das informações inseridas pelos usuários: de acordo com suas avaliações, estes passam a ser classificados em uma das categorias da hierarquia a ser criada. Desta maneira, visa-se a reduzir o número de publicações de conteúdo inadequado ou que, porventura, possuam algum tipo de viés (político, por exemplo).

1.1 Objetivos

Nesta seção, serão apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver o Crowd4City, um ambiente colaborativo baseado em localização, que permite uma maior interação entre a população e os líderes das cidades, podendo os usuários realizar denúncias ou queixas sobre a cidade e acompanhar as soluções propostas.

1.1.2 Objetivos Específicos

A fim de que o objetivo geral desta pesquisa seja atingido, faz-se necessária sua fragmentação nos seguintes objetivos específicos:

- Criar um sistema de conteúdo colaborativo aberto para qualquer um com acesso à Internet;
- Generalizar a ferramenta para que os usuários possam criar tópicos de seu interesse, além dos já disponibilizados;
- Criar um modelo de reputação para auxiliar o usuário a avaliar a credibilidade das informações submetidas;
- Criar interfaces de pesquisa para melhor explorar as informações na dimensão espacial;
- Avaliar a percepção dos usuários em relação ao sistema.

1.1.3 Relevância

Atualmente, existe a necessidade de um meio de interação mais ativo entre a população e as entidades governamentais, de modo que ambos se beneficiem: os cidadãos passam a ter maior facilidade para que possam exigir seus direitos e os líderes das cidades passam a poder usufruir de um meio mais direto, explicitando as necessidades e problemas da cidade.

A relevância desta pesquisa está na proposta de uma abordagem combinando as principais vantagens das áreas de Cidades Inteligentes, *Crowdsourcing* e ambientes colaborativos baseados em localização, com o objetivo de promover um ambiente de

democracia participativa. Desta maneira, pode tornar-se mais fácil para que o cidadão assuma um caráter mais ativo em sua cidade.

Entre as propostas encontradas na literatura revisada, esta pesquisa traz ainda como contribuição a integração do ambiente colaborativo com um modelo de reputação, para facilitar o julgamento das informações e melhorar a exploração das dimensões espacial e temporal, fornecendo meios para melhor analisar as informações submetidas e facilidades de visualização apenas das informações de interesse.

Com o propósito de validar a relevância da pesquisa aqui proposta, foi desenvolvido e administrado um questionário avaliando a interação entre os cidadãos e os governantes, assim como o nível de satisfação com relação às condições de sua cidade. O questionário também avalia a percepção dos usuários com relação a um ambiente colaborativo baseado em localização tal qual o Crowd4City. Os resultados obtidos confirmam a relevância deste estudo.

1.1.4 Trabalhos Publicados

As seguintes publicações advieram em decorrência desta pesquisa de mestrado, até o presente momento:

- Crowd4City: Utilizando Sensores Humanos como Fonte de Dados em Cidades Inteligentes.
 - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) 2012
 - São Paulo, São Paulo, Brasil
- GeoPantIn: Uma Ferramenta de Rede Social Baseada em Localização Inspirada em Soluções de Cidades Inteligentes
 - Simpósio de Geotecnologias no Pantanal
 - Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil

1.1.5 Organização Estrutural

O restante desta dissertação está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica desta pesquisa, que aborda os temas Web 2.0, Cidades Inteligentes, Ambientes Colaborativos Baseados em Localização e *CrowdSourcing*. No Capítulo 3, são mostrados os trabalhos acadêmicos e aplicações

que fazem uso das tecnologias utilizadas nesta pesquisa. O sistema Crowd4City, desenvolvido ao longo desta pesquisa, é discutido no Capítulo 4. O modelo de reputação desenvolvido para o sistema Crowd4City e sua formalização são apresentados no Capítulo 5. No Capítulo 6, são discutidos os métodos e resultados da validação do modelo de reputação e do sistema Crowd4City. Finalmente, no Capítulo 7, estão descritas as conclusões e proposições para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

O objetivo deste capítulo é abordar os principais conceitos e tecnologias utilizadas nesta pesquisa. Para tanto, ele está subdividido em cinco seções: a primeira delas traz um breve histórico sobre a Web 2.0; na segunda seção discutem-se os principais conceitos de Cidades Inteligentes e sua aplicação; a terceira trata de *Crowdsourcing*; a quarta seção aborda as redes sociais baseadas em localização (LBSN) e ambientes colaborativos baseados em localização; e, para finalizar, a última seção contém as considerações finais.

2.1 Web 2.0

A Web 2.0 surgiu com a percepção do poder da Web em coletar a inteligência coletiva, podendo formar uma série de novas tecnologias e modelos de negócios. Tendo sido introduzido em 2005, em uma conferência entre a editora O'Reilly Media e a MediaLive International [44], o termo rapidamente se popularizou. Seu significado, no entanto, é bastante amplo e, por vezes, nebuloso.

O conceito da Web 2.0 baseia-se em uma suposta geração de serviços da Internet, nos quais as páginas Web deixaram para trás seu comportamento estático e passaram a proporcionar maior interação com os usuários. A partir de então, a Web passou a ser tratada como uma plataforma. Neste ponto, vale destacar que estas modificações sobre as quais Tim O'Reilly discute não têm relação com as tecnologias utilizadas, mas sim com a forma de utilização da Web.

Outra nova característica é que os sites agora mostram-se em contínua evolução e não mais evoluem de forma discreta, como antes. O conteúdo das páginas também se torna mais dinâmico, não dependendo apenas dos administradores dos sites para sua geração. Como exemplos bastante populares da geração, edição e classificação de

conteúdos feitas por usuários comuns da Internet estão os Wikis, como a Wikipedia [67].

Um marco da popularização da Web 2.0 foi o grande aumento da audiência das redes sociais. Páginas neste estilo já existiam, porém seu número de usuários cresceu com as melhorias e inovações trazidas por esta "revolução dos negócios na indústria da informática, causada pela mudança para a Internet como plataforma" [44]. Algumas das redes sociais que surgiram durante esta revolução ainda existem até hoje, tais como o LinkedIn [37] e o Myspace [40].

Apesar de seu sentido vago, o termo Web 2.0 possui a importância de ajudar a consolidar o valor de uma nova e promissora fase da Internet. Na Figura 1, pode ser visto um comparativo da Web 1.0 com a Web 2.0, com foco na quantidade de usuários e páginas e na geração de conteúdo.



Figura 1 - Web 1.0 x Web 2.0 (Imagem adaptada de Hinchcliffe [25])

2.2 Crowdsourcing

O termo *Crowdsourcing* descreve um modelo de negócios baseado na Web que consiste no aproveitamento de soluções obtidas a partir de uma rede distribuída de indivíduos [6], recompensando-os de alguma maneira por seu trabalho. Um caso comum de uso de *Crowdsourcing* é quando, por exemplo, uma empresa posta um problema online e vários indivíduos sugerem soluções. Os criadores das melhores ideias são, então, muitas vezes recompensados com pagamentos em dinheiro ou descontos em lojas, a exemplo do Mechanical Turk [1] da Amazon. Assim, as empresas muitas vezes gastam poucos recursos para obter as soluções e conseguem um bom retorno.

Esta abordagem torna-se viável, pois, conforme Surowiecki [60] destacou, sob as circunstâncias corretas, por vezes grupos de indivíduos podem obter melhores soluções do que até mesmo uma pessoa muito inteligente individualmente. Isto é obtido a partir da agregação das soluções propostas, gerando a "Sabedoria da Multidão" - ou *Wisdom of the Crowds*. Na Figura 2, vê-se uma comparação de paradigmas, incluindo o *crowdsourcing*.

Porém, os maiores beneficiados com este modelo são apenas as empresas e entidades que "terceirizam" seus problemas para que os grupos de pessoas os solucionem. Estes indivíduos que propõem as abordagens e soluções para os problemas propostos comumente recebem recompensas bem menores do que seu real valor.

Assim, graças às tecnologias da Web, o *Crowdsourcing* é um modelo capaz de proporcionar boas e inovadoras soluções para uma diversa gama de problemas, porém deve-se ficar atento ao impacto que este pode representar aos indivíduos.

Comparando Paradigmas

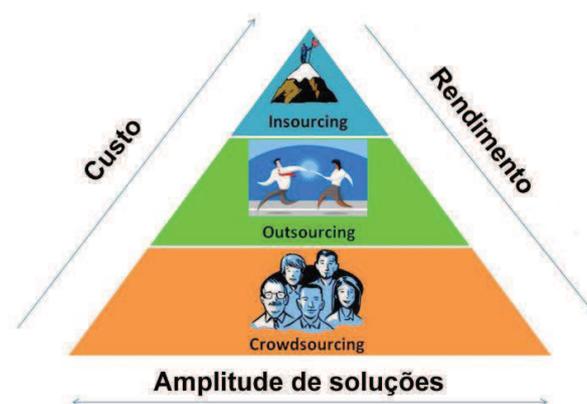


Figura 2 - Comparando os paradigmas (Imagem adaptada de Kalsi [33])

2.3 Cidades Inteligentes

Atualmente, como consequência da inflação da população urbana, são decorrentes congestionamentos no tráfego, diminuição no acesso a recursos básicos, maior marginalidade, mais altos índices de criminalidade e deterioração do meio ambiente.

Este cenário torna atividades primordiais dos governos, tais como a provisão dos recursos básicos (água tratada, energia, transporte, saúde, educação e segurança), em desafios. Por sua vez, os governos também visam reduzir seus custos e aprimorar a eficiência de seus serviços, realizando o balanceamento no seu orçamento.

Assim, as cidades percebem a necessidade de novas técnicas de planejamento, financiamento, construção, governança e operação dos serviços e infraestrutura urbana. Uma abordagem sugerida para contornar estes problemas, cada vez mais utilizada por todo o mundo, é a aplicação de soluções de Cidades Inteligentes – *Smart Cities*.

A expressão Cidades Inteligentes começou a ser utilizada no final da década de 1990, porém apenas recentemente, por volta de 2004, vem sendo utilizada com o emprego de sistemas de informação na integração da operação de serviços e infraestrutura urbana (Figuras 3 e 4). O objetivo principal destes sistemas é disponibilizar tais serviços à população de uma maneira aprimorada, com maior eficiência, balanceando os custos e usando os recursos naturais de forma a agredir o meio ambiente o mínimo possível.

Os sistemas Cidades Inteligentes ganham inteligência a partir de elementos digitais e são utilizados por seres humanos. Nestes sistemas podem ser aplicados os mais diversos sensores digitais como, por exemplo, fotosensores, sensores de movimento e sensores de posicionamento; e os indivíduos agem como receptores e tomadores de decisão sobre informações geradas. A partir dessas informações, são executadas as devidas providências de modo que os serviços sejam otimizados ou até mesmo sejam evitados desastres.

Alguns exemplos de soluções de Cidades Inteligentes aplicadas em cenários reais podem ser vistas em projetos implantados no Brasil (Rio de Janeiro) [42], Coréia do Sul [42] e Espanha (Santander) [55].

Na Figura 3, podem ser conferidos alguns dos setores que podem beneficiar-se com soluções de Cidades Inteligentes e na Figura 4 mostram-se alguns exemplos das tecnologias utilizadas na integração dos serviços.



Figura 3 - Exemplo do conjunto de setores das cidades que podem beneficiar-se com a abordagem de Cidades Inteligentes. (Imagem adaptada de Naphade et al [42])



Figura 4 - Exemplos das tecnologias utilizadas na integração dos serviços de diferentes setores das cidades. (Adaptado de Lee et al [36])

2.4 Redes Sociais Baseadas em Localização

Redes Sociais Baseadas em Localização (Location-Based Social Networks ou LBSN) são o resultado da combinação de redes sociais com serviços baseados em localização (LBS). Recentemente, devido à atual facilidade de acesso a dispositivos com GPS e acesso à Internet, ambientes colaborativos baseados em localização, assim como as LBSN, têm atraído milhões de usuários e experimentado um enorme aumento de sua popularidade em um curto período de tempo.

Scellato et al. [53] destacam que a localização está se tornando um aspecto crucial de muitos serviços online, pois as pessoas estão mais dispostas a compartilhar sua posição geográfica e as companhias estão se tornando mais conscientes da necessidade de customizar seus serviços de acordo com a localização de seus usuários. Assim, os serviços que se utilizam destas informações podem oferecer informações mais personalizadas a seus consumidores ajudando-os a tomar decisões mais informadas sobre, por exemplo, onde comer ou fazer compras.

Como exemplos de LBSNs podem ser destacados o Foursquare [15], Map My Tracks [38] e Waze [66]. Outras redes sociais populares também estão introduzindo funcionalidades baseadas em localização, tais como Facebook [15] e Twitter [64].

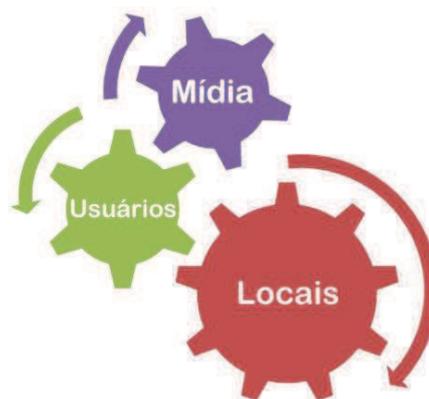


Figura 5 - Pilares das LBSNs (Imagem adaptada de Microsoft Research [39])

As redes sociais baseadas em localização ajudam a diminuir a lacuna existente entre o mundo físico e os serviços das redes sociais. Assim, a localização não é tratada apenas como uma dimensão, mas também como objeto importante da rede social. Estas LBSN representam uma área com diversas possibilidades de exploração, desde o acompanhamento de exercícios físicos [51] ao acompanhamento das atividades de

amigos [16]. Por meio delas, podem ser recuperadas importantes informações sobre as pessoas, suas preferências e atividades, os locais que frequentam e até identificar padrões.

Na Figura 5, podem ser conferidos os pilares nos quais o conceito de LBSN se baseia

2.5 Considerações Finais

Neste capítulo, foram apresentados os principais conceitos utilizados nesta pesquisa, iniciando pela Web 2.0 e discutindo sua importância como marco na história da Internet. A partir dela, tornam-se possíveis as áreas de *Crowdsourcing* e ambientes colaborativos (assim como aqueles baseados em localização), também discutidas neste capítulo.

Alguns trabalhos relacionados à pesquisa realizada nesta dissertação serão apresentados no próximo capítulo.

Capítulo 3

Trabalhos Relacionados

Neste capítulo, serão apresentados os principais trabalhos relacionados a esta pesquisa sobre Cidades Inteligentes, *Crowdsourcing*, Ambientes Colaborativos Baseados em Localização e Modelos de Reputação.

3.1 Cidades Inteligentes

Atualmente, existe um número considerável de modelos propostos por pesquisadores no contexto de Cidades Inteligentes (*Smart Cities*), devido aos recentes avanços na computação ubíqua e à própria evolução tecnológica. Governos e grandes empresas, tais como IBM, Siemens, General Electric e Cisco, por exemplo, estão participando da iniciativa e investindo em pesquisas no setor, buscando propor abordagens para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, a administração da infraestrutura e dos recursos disponíveis e a redução do impacto ambiental.

A maior parte dos sistemas de Cidades Inteligentes necessita de mapas como base para a apresentação de suas informações. Tan e Wong [59] realizaram um estudo sobre a utilidade do Google Maps na camada de SIG (Sistemas de Informações Geográficas), visando a alcançar resultados que ofereçam mais serviços e a provisão de uma cidade inteligente com maiores ferramentas de informações geográficas.

As pesquisas de Harrison e Donnelly [23] e também de Helal [24] tratam dos aspectos e atividades na área de Cidades Inteligentes. Eles focam no papel da Tecnologia da Informação (TI) no desenvolvimento de novas normas de comportamento, com o objetivo de facilitar o crescimento das cidades, e nos benefícios que esta estratégia pode trazer para os governos, as organizações e os cidadãos, evidenciando sua importância no mundo atual.

Kehoe e Cosgrove [35] sugerem e discutem soluções relevantes da IBM para Cidades Inteligentes, propostas nos domínios relacionados ao Gerenciamento de Água, à Segurança Pública, ao Tráfego e ao Gerenciamento de Energia e Edifícios - aspectos

importantes para o bom gerenciamento de uma cidade. Como exemplo, os governos de cidades como o do Rio de Janeiro e o de Dubuque, Iowa, estão investindo nesta área para o desenvolvimento de soluções para alguns de seus problemas mais alarmantes [42].

No caso do Rio de Janeiro, as fortes chuvas que acontecem em todo o mês de janeiro foram a maior motivação para a busca de soluções de Cidades Inteligentes. Tendo em vista os futuros eventos a serem sediados em seu território (como a Copa do Mundo de Futebol em 2014 e os Jogos Olímpicos em 2016) e o risco em que sua população vive por causa dos quase sempre graves desastres naturais como alagamentos e deslizamentos de terra, as autoridades do estado buscaram a IBM para implantação de um sistema para melhor administração das crises e do tráfego da cidade, visando possivelmente também a evitar desastres maiores.

Quanto à cidade de Dubuque, em Iowa, nos Estados Unidos, problemas na economia motivaram uma mudança no pensamento das autoridades para a implantação de um sistema de Cidades Inteligentes que provesse a otimização do consumo de água e energia, visando prosperidade econômica e integridade ambiental.

Portanto, pode-se perceber que nas mais diversas áreas estão sendo aplicadas soluções de Cidades Inteligentes, principalmente utilizando sensores digitais. No entanto, conforme destacado por Helal [24], apesar dos diversos estudos realizados na área, a construção de um protótipo não necessariamente significa que seja possível sua proliferação comercial. A falta de ambientes reais com o suporte necessário para a execução dos sistemas (como sensores cobrindo todo o território) frequentemente inviabiliza a aplicação das soluções deste tipo por todo o mundo.

3.2 Web 2.0 e Ambientes Colaborativos Baseados em Localização

Quanto a soluções utilizando sensores participativos, porém, é encontrado um número menor de estudos na literatura. No entanto, esta é uma tendência que vem crescendo cada vez mais. Brabham [5] fez uso de *Crowdsourcing* e focou seu estudo na análise da efetividade dos sensores participativos no contexto da participação pública em atividades de planejamento da cidade. O autor submeteu um problema (no caso, o projeto de uma parada de ônibus) para que a comunidade postasse ideias e

votasse nos modelos uns dos outros a fim de eleger o melhor. Neste contexto, o autor utilizou uma análise qualitativa para avaliar a eficiência dos sensores humanos utilizados por meio de entrevistas com os usuários da ferramenta.

Shankar e Huang [56] discutem a relevância de serviços baseados em localização (Location-Based Services - LBS) e as dificuldades encontradas na coleta de informações e na classificação (*rank*) dos locais. Foi desenvolvido o serviço SocialTelescope que compila, indexa e classifica locais, com base na interação dos usuários com tais locais em redes sociais móveis. Os resultados mostraram que esta abordagem baseada em *crowdsourcing* trouxe resultados tão relevantes ou mais e com menor custo do que as abordagens comumente encontradas (tal como o PageRank, por exemplo) - comprovando o poder do *crowdsourcing* para serviços baseados em localização.

Sobre os potenciais benefícios que LBS podem trazer, Ho e Chen [26] constataram, porém que a sua aceitação não foi tão alta quanto a esperada. Para superar esta barreira, os autores sugerem a integração dos serviços baseados em localização com redes sociais. Assim, eles comprovam que esta medida contribui para a satisfação e uso contínuo dos LBS.

Traynor e Curran [63] discutem sobre a área de LBSNs, seu propósito, seu valor e os desafios encontrados. A partir da pesquisa realizada, pôde-se identificar que garantir a privacidade e segurança dos usuários da rede social representa um difícil desafio, porém estas redes possuem a habilidade de prover informações relevantes e de alta qualidade para os usuários. Foi identificado também que a quantidade de dados gerada e processada por estes serviços cria um contexto demasiadamente interessante para a coleta de informações relativas à inteligência coletiva.

Um exemplo mais similar à pesquisa aqui descrita é o WikiCrimes [18], que é uma rede social onde os usuários podem denunciar crimes (como roubos, tentativas de homicídio, entre outros). O WikiCrimes utiliza técnicas de visualização para melhorar a experiência do usuário com a ferramenta e faz uso de algoritmos de reputação para prevenir falsas denúncias. Esta rede social também apresenta uma característica relevante que é a possibilidade de comparar os dados inseridos no sistema com relação às denúncias de crimes registradas por meio da polícia e assim poder analisar a segurança dos locais mais profundamente. A ferramenta, entretanto, é restrita ao

domínio de crimes e não extensível a outros contextos e dispõe de um número reduzido de filtros que exploram as informações geográficas.

Caminha e Furtado [9] propõem uma ferramenta que fornece funcionalidades para a criação e manutenção de mapas colaborativos, permitindo a interação entre os indivíduos e se mostrando um importante recurso para a comunicação entre cidadãos e governantes - o WikiMapps. Os autores destacam também a importância do Governo Eletrônico, *e-gov*, que consiste no uso de ferramentas eletrônicas e tecnologias da informação para aproximar governos e cidadãos. O WikiMapps traz como diferencial a inserção do conceito de redes sociais aos mapas colaborativos. Porém, a ferramenta proposta também possui poucos filtros disponíveis para a exploração das informações.

De acordo com Baykurt [3], não somente questões técnicas, mas também questões políticas, surgem com tais sistemas de melhorias do serviço público dirigidos aos cidadãos e faz uma análise tomando como exemplo o FixMyStreet.com, do Reino Unido. Nesta ferramenta, os cidadãos podem denunciar os problemas que encontram nas ruas, como pavimentação defeituosa ou pouca iluminação. O autor chega à conclusão de que os valores civis devem guiar as tecnologias para que os sistemas atribuam poder aos cidadãos e levem à geração de ações por parte da comunidade. Similar ao FixMyStreet, existe também o FixMyTransport, a partir do qual as pessoas podem denunciar, visualizar e planejar ações para resolver problemas do transporte público.

Outro projeto importante é o WeGov [65]. Este se baseia também no Governo Eletrônico e trata da conexão entre cidadãos e governantes por meio de redes sociais populares, como Twitter e Facebook, visando explorar o potencial de tais redes para a elaboração de novas políticas. Porém, apesar de exibir as informações recuperadas em um mapa, as informações geográficas são pouquíssimo exploradas.

Assar e Boughzala [52] realizaram um estudo sobre serviços de governo eletrônico na França, com o objetivo de identificar tendências do desenvolvimento de e-gov e estudar o impacto real da Web 2.0 em tais tendências. Contribuindo para o melhor entendimento da transformação das organizações públicas e surgimento do conceito do Governo 2.0, os autores destacam que o poder da Web 2.0 e que seu potencial é ainda pouco reconhecido pelas autoridades.

Na Tabela 1, pode ser conferido um comparativo de soluções de mapas coletivos encontrados atualmente.

Aplicação	Pontos	Linhas	Polígonos	Filtros por tópico	Filtros espaciais	Filtros temporais	Filtros textuais	Tópicos ilimitados	Técnicas de reputação	Técnicas de visualização	Plataforma Web	Plataforma móvel	Livre criação de conteúdo	Arquivos multimídia
Waze	▪			▪	□				□	▪		▪	□	▪
Mapas Coletivos	▪			▪	□	▪		▪			▪	▪	▪	▪
MyFunCity	▪			▪	□					□	▪	▪	□	
WikiMapps	▪	▪	▪	▪	□		▪	▪		▪	▪	▪	▪	
WikiCrimes	▪			▪	□	▪	▪		▪	▪	▪	▪	▪	
GeoSocial Veja	▪			□	□						▪	▪	□	□

Tabela 1 - Comparativo de ambientes colaborativos baseados em localização encontrados na literatura

Legenda:

- : Possui a funcionalidade;
- □ : Possui parcialmente a funcionalidade

Os ambientes colaborativos baseados em localização considerados no comparativo foram Waze¹, Mapas Coletivos de São Paulo², MyFunCity³, WikiMapps⁴, WikiCrimes⁵ e GeoSocial Veja⁶. Os tópicos considerados foram:

- **Pontos:** relacionado à possibilidade de cadastrar informações no mapa representados como pontos;
- **Linhas:** relacionado à possibilidade de cadastrar informações no mapa no formato de linhas;
- **Polígonos:** relacionado à possibilidade de cadastrar informações no mapa no formato de polígonos;
- **Filtros por tópicos / temáticos:** relacionado à possibilidade de realizar buscas a partir do tipo ou tópico da informação;
- **Filtros espaciais:** relacionado à possibilidade de filtrar as informações cadastradas a partir de suas características geográficas;
- **Filtros temporais:** relacionado à possibilidade de realizar buscas por informações cadastradas em um dado período de tempo;
- **Filtros textuais:** relacionado à possibilidade de realizar buscas a partir do conteúdo inserido pelo usuário;
- **Tópicos ilimitados:** relacionado à possibilidade de cadastrar informações sobre tópicos diversos, não limitados pela aplicação;
- **Técnicas de reputação:** relacionado à utilização ou não de técnicas ou algoritmos de reputação para identificação de usuários ou conteúdo indevido;
- **Técnicas de visualização:** relacionado à utilização ou não de técnicas para facilitar ou otimizar a visualização das informações cadastradas;
- **Plataforma Web:** relacionado à possibilidade de acessar a aplicação por meio de um navegador Web;

¹ <http://www.waze.com>

² <http://www.mapascoletivos.com.br>

³ <http://www.myfuncity.org>

⁴ <http://wikimapps.com>

⁵ <http://www.wikicrimes.org>

⁶ <http://geosocial.veja.abril.com.br/>

- **Plataforma móvel:** relacionado à possibilidade de acessar a aplicação por meio de um dispositivo móvel;
- **Livre criação de conteúdo:** relacionado à liberdade de inserção de informações pelos usuários, não se limitando aos componentes da ferramenta para expressar-se;
- **Arquivos multimídia:** relacionado à possibilidade de anexar arquivos multimídia às informações cadastradas, tais como fotografias ou vídeos.

3.3 Estratégias de Reputação

Um fenômeno relevante ocorrido recentemente no Brasil foi quando, em janeiro de 2012, os soldados da Polícia Militar e do Corpo de Bombeiros de Fortaleza, capital do Ceará, decidiram entrar em greve, eliminando o policiamento e fazendo com que a cidade se tornasse alvo de arrastões. O assunto ganhou destaque nas mídias sociais, visto que muitos dos usuários moradores da cidade, atuando como sensores, utilizaram-nas para citar as últimas notícias e alertar às pessoas dos perigos que poderiam encontrar nas ruas. Porém, apesar da grande utilidade que este movimento poderia representar à população, alguns usuários utilizaram a oportunidade para repassar conteúdo impróprio, fora do contexto e, até mesmo, falso, por não haver um controle das publicações, poluindo o que poderia ter significado uma forma de proteção contra o caos instaurado na cidade.

Para prevenir a disseminação de conteúdos falsos ou inadequados, faz-se necessária a implantação de uma estratégia de reputação nos ambientes colaborativos. Com relação aos modelos de reputação encontrados na literatura, em sua maioria as abordagens propostas não se mostraram compatíveis com a estrutura do ambiente colaborativo baseado em localização descrito nesta pesquisa. O modelo proposto por Caminha e Furtado [7] e Furtado et al [17] é bem completo, porém restrito ao domínio de segurança, além de utilizar um grafo para a representação dos usuários do sistema. Em seus cenários, existe sempre uma ligação entre os usuários, pois aqueles que postam denúncias no WikiCrimes precisam que tal denúncia seja confirmada por outros. No caso da ferramenta resultante desta pesquisa, não obrigatoriamente existe uma conexão entre os usuários. Portanto, torna-se inviável a aplicação de uma

estratégia de mediação baseada em grafos, pois pode haver casos em que nem todos os usuários sejam completamente contemplados pelo modelo.

Outros modelos de reputação, tais como aqueles sugeridos por Pujol et al [49], Sundaresan [59] e Shin et al [57] possuem abordagens relevantes e com sucesso, porém também utilizam grafos na representação da rede social e formalização de suas soluções. Sendo assim, não se mostram aplicáveis ao cenário proposto nesta pesquisa.

Jurca e Faltings [32] discutem sobre a questão da construção de modelos de reputação e a motivação para os usuários realizarem denúncias (e fazê-las honestamente). Os autores destacam também que torna-se possível obter ainda mais informações quando a credibilidade dos dados de um sistema colaborativo é compartilhada. Porém, a solução proposta é a introdução de um esquema de pagamento ao usuários para encorajá-los a interagir positivamente com o sistema.

Cartel et al [10] e Castelfranchi e Falcone [11] discutem os princípios e conceitos considerados importantes na formalização de um modelo de reputação para redes sociais, tais como interatividade e provisão de conteúdo. Os autores adotam uma abordagem multidisciplinar para o entendimento da natureza da confiança e sua relação com reputação, e assim validam a escolha dos conceitos considerados. Alguns destes conceitos que se adéquam ao cenário descrito neste estudo foram utilizados e adaptados na construção do modelo de reputação.

Teacy [62] e Jøsang e Quattrociocchi [30] discutem sobre o uso e as características de sistemas Bayesianos com relação à criação de modelos de reputação, dado que estes são bastante flexíveis e podem ser adaptados a diferentes tipos de aplicação. A fim de computar os escores de reputação dos usuários, os sistemas Bayesianos permitem avaliações binárias, do tipo "positivo" ou "negativo", ou ainda avaliações em diversos níveis discretos, tais como uma escala: "mediocre" - "ruim" - "mediano" - "bom" - "excelente" [30]. Respectivamente, estas formas de computação dos valores da reputação são características de modelos de reputação Bayesiano Binário e modelos de reputação Bayesiano Multinomial. Tais sistemas, diferentemente de outros propostos na literatura, não se baseiam em heurísticas, mas possuem sua base em técnicas estatísticas

Jøsang e Haller [31] desenvolveram um modelo de reputação Bayesiano Multinomial que apresentou bons resultados, com grande flexibilidade e usabilidade, e com base sólida para a representação da reputação, característica dos sistemas de

reputação Bayesianos. Este modelo de reputação proposto aceita qualquer conjunto de avaliações discretas definidas e pode apresentar o resultado acumulado das avaliações ou o resultado da computação das reputações total, uma vez que o resultado da distribuição estatísticas em si é de difícil interpretação para os usuários.

A partir destes estudos, foi considerado como base para o desenvolvimento da estratégia de reputação desta pesquisa um modelo de reputação bayesiano binário, que considera avaliações do tipo positiva ou negativa, no formato de "Concordo" ou "Discordo", para calcular a reputação de um usuário do sistema.

3.4 Considerações Finais

Neste capítulo foram, apresentados alguns trabalhos relacionados à pesquisa realizada nesta dissertação, incluindo estudos nas áreas de Cidades Inteligentes, *Crowdsourcing*, Governo Eletrônico e Ambientes Colaborativos Baseados em Localização. Alguns dos estudos discutidos foram tomados como base para a implementação do Crowd4City, como, por exemplo, estratégias de reputação para controle do conteúdo publicado.

No próximo capítulo, será mostrado o ambientes colaborativo baseado em localização Crowd4City em mais detalhes.

Capítulo 4

Sistema Crowd4City: Arquitetura e Características

Neste capítulo, será apresentado o sistema Crowd4City que foi implementado como objeto de estudo desta dissertação. O Crowd4City é um ambiente colaborativo baseado em localização aberto ao público em geral que provê um ambiente no qual qualquer cidadão pode expor suas reclamações ou sugestões sobre a cidade em relação a inúmeros assuntos (como, por exemplo, segurança, saúde ou transporte público).

Primeiro serão apresentadas considerações importantes a respeito da implementação do sistema Crowd4City, suas funcionalidades disponíveis e interfaces desenvolvidas (seção 4.1). Em seguida, serão discutidos os principais componentes da arquitetura do Crowd4City (seção 4.2) e, por fim, feitas algumas considerações finais (seção 4.3).

4.1 Crowd4City

O Crowd4City foi desenvolvido com o objetivo de representar um ambiente colaborativo no qual cidadãos possam expor as insatisfações, queixas ou sugestões que possam ter sobre sua cidade e, assim, facilitar para que as entidades possam melhor analisar as necessidades da população. Para visualizar as informações existentes no sistema, é necessário apenas um dispositivo com uma conexão com a Internet. A tela principal do Crowd4City pode ser vista na (Figura 6).

Usuários não autenticados no Crowd4City podem visualizar os marcadores (ou *posts*) criados, assim como seus anexos e comentários, e realizar buscas sobre os mesmos.

No entanto, para interagir mais efetivamente com o sistema (criar marcadores, adicionar comentários, avaliar usuários, etc), é preciso que os usuários realizem um simples cadastro, que conta com questões básicas como nome de usuário e data de nascimento Figura 7. Outros campos adicionais, tais como email e profissão, também

podem ser preenchidos. É importante destacar que o preenchimento do endereço de email não é obrigatório, de maneira a assegurar o anonimato dos usuários e fazer com que estes se sintam mais confortáveis para realizar denúncias, por exemplo, de crimes.



Figura 6 - Tela principal do Crowd4City

The image shows a registration form titled "Novo Usuário". The form contains the following fields and options:

- Nome:
- Email:
- Nome de usuário:
- Senha:
- Repetir a senha:
- Pergunta de segurança:
- Resposta:
- Sexo: Masculino Feminino
- Data de nascimento: - Dia - - Mês - - Ano -
- Profissão:
- Cidade de residência:
- Estado:
- Bairro:
- Cadastrar

Figura 7 - Formulário de cadastro de novo usuário

Após autenticar-se no sistema, um usuário pode realizar denúncias/queixas de três maneiras diferentes. A primeira delas é criando um **ponto** no mapa (Figura 8 (a)), para mostrar qual o local ao qual ele está se referindo. Exemplos de postagens deste tipo podem ser queixas de cruzamentos perigosos, denúncias de buracos na rua ou pontos onde há problemas com esgoto, como pode ser conferido na Figura 9.



Figura 8 - Destaque para as opções de criação de marcadores



Figura 9 - Exemplo de Ponto criado no Crowd4City

A segunda maneira de postar informações no Crowd4City é criando **polígonos** (Figura 8 (b)). Por meio desta funcionalidade, o usuário delimita uma área no mapa e descreve as informações de tal local. Esta funcionalidade é útil, por exemplo, para denúncias de locais com pouca segurança ou áreas que sofrem de poluição sonora. Um destes exemplos pode ser conferido na Figura 10, na qual se ilustra uma denúncia de uma área com pouca iluminação.

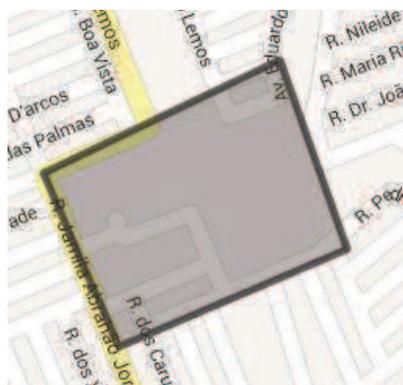


Figura 10 - Exemplo de Polígono criado no Crowd4City

A terceira e última maneira de criar de marcadores é por meio de **linhas** (Figura 8 (c)). Desta forma, o usuário especifica os pontos que formam a linha de seu interesse, auxiliando na denúncia de rotas ou trechos de rua, por exemplo, com pouca sinalização (Figura 11).



Figura 11 - Exemplo de Linha criada no Crowd4City

O formulário de criação de marcadores no Crowd4City é o mesmo, independentemente de seu tipo. O usuário deve preencher os campos de título, descrição e o tipo do marcador. Opcionalmente, podem também ser anexados arquivos que comprovem ou sirvam de base à denúncia - como, por exemplo, fotografias do problema.

A imagem mostra uma janela de diálogo intitulada 'Marcador'. Ela contém os seguintes campos e elementos: um campo de texto para 'Título:', um campo de texto maior para 'Descrição:', um menu suspenso para 'Tipo:' com o valor 'Segurança' selecionado, um campo de texto para 'Anexo:' e um botão 'Selecionar arquivo...' ao seu lado. Na base da janela, há um botão 'Ok'.

Figura 12 - Diálogo de criação de marcador

Os possíveis tipos pré-definidos para a criação dos marcadores são: Educação, Saúde, Lixo, Poluição Sonora, Arborização, Segurança, Ruas, Transporte Público e Reclamações (este último para a postagem de informações a respeito do mau funcionamento de repartições públicas). Para tornar o sistema mais generalizado e não

limitar o usuário a somente estes tópicos, existe ainda outro tipo possível chamado "Outros". Assim, o usuário pode realizar denúncias/queixas sobre variados assuntos.

Os marcadores criados no sistema são exibidos no mapa nas cores correspondentes e com o símbolo correspondente (no caso de reclamações do tipo Ponto), ao tópico em questão (seja Educação, Saúde, etc). Os ícones referentes aos tópicos podem ser vistos na Figura 13 (b). De modo a tornar a exibição das reclamações mais fácil de ser compreendida, à medida que são adicionados muitos marcadores próximos uns aos outros, estes passam a ser mostrados no formato de *clusters* (Figura 14).



Figura 13 - Destaque para os tipos de marcador pré-definidos

Um *cluster* representa o agrupamento de um número de marcadores. É desenhado no formato de gráfico de pizza e com as cores dos seus tópicos, trazendo no centro o número de marcadores que foram agrupados. Na Figura 15, podem-se ver os detalhes de um exemplo de *cluster* que agrupa três marcadores que estavam próximos, sendo dois deles sobre Transporte (a maior fatia do gráfico) e o terceiro sobre Segurança (a menor fatia). Para exibir esta janela de detalhes, basta passar o mouse sobre o componente. Ao aumentar o nível de zoom, os *clusters* vão se desmontando e os marcadores passam a ser mostrados individualmente.



Figura 14 - Exemplo de Cluster

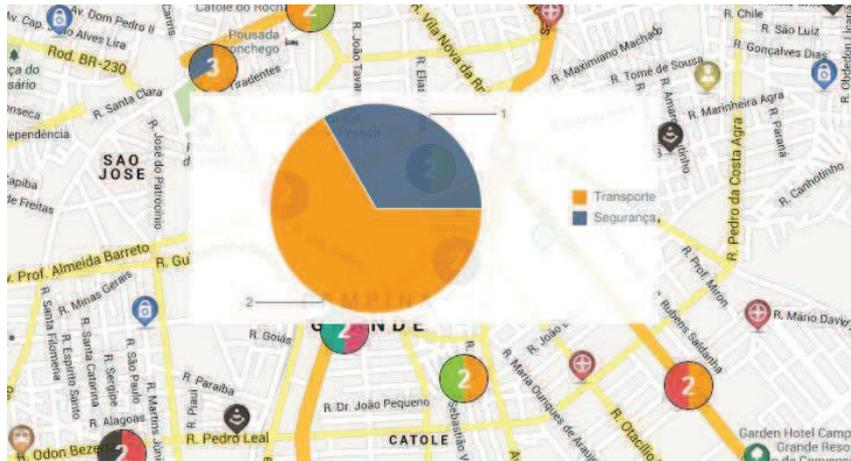


Figura 15 - Exemplo de detalhes de um cluster

Ao passar o mouse sobre um marcador, pode-se ver seu título. Para visualizá-lo em maiores detalhes, o usuário deve clicar sobre o marcador e todas as suas informações são exibidas - o nome do usuário que o criou, a data de criação, seu título, sua descrição e, caso haja, seus anexos. Sua avaliações (quantas pessoas concordaram ou discordaram de sua reclamação) e os comentários deixados por outros usuários também podem ser visualizados.

Nesta janela de detalhes do marcador (Figura 16), qualquer usuário autenticado no sistema pode também dar sua avaliação (se concorda ou discorda) e deixar comentários. Ainda a partir desta janela, podem-se ver os detalhes do usuário criador do marcador, bastando apenas clicar no nome indicado junto à data.



Figura 16 - Detalhes de marcador

Ao clicar no nome do usuário, uma nova janela é exibida com os dados inseridos no momento de seu cadastro, sua atual reputação (Figura 17 (a)) e uma opção para que este seja denunciado como *spammer* (Figura 17 (b)). A reputação é exibida graficamente, no formato de um selo ao lado da imagem que representa o usuário.

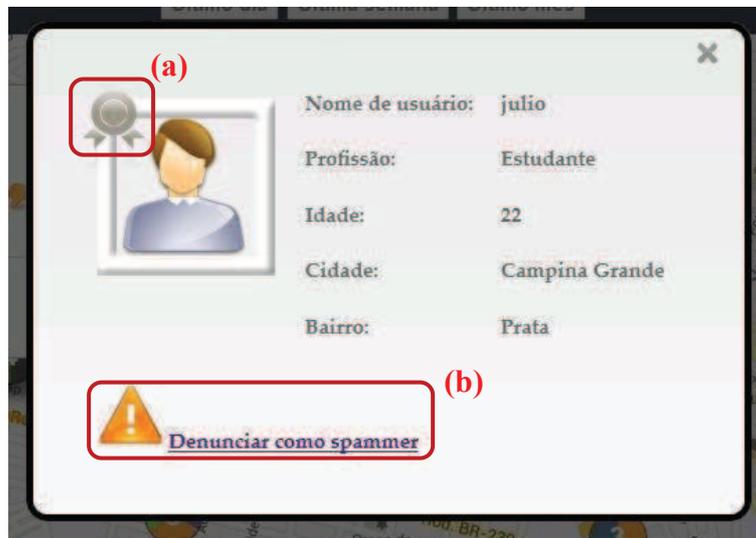


Figura 17 - Detalhes de usuários, com destaque para o selo que indica sua reputação

Uma vez que está sendo utilizada a API do Google Maps, os usuários podem interagir com o mapa da cidade utilizando as funcionalidades comumente disponibilizadas, tais como *Pan*, *Zoom*, busca de endereços e visualizar o mapa de forma vetorial ou *raster*. A implementação dos clusters foi feita estendendo-se a interface Google Maps OverlayView [21].

4.1.1 Filtros

Uma maneira disponibilizada para que os usuários explorem mais profundamente os marcadores criados no sistema Crowd4City se dá por meio da utilização dos filtros. Aplicando os filtros desejados, são exibidas no mapa apenas as denúncias e reclamações que o usuário deseja visualizar, aperfeiçoando a experiência do mesmo com o sistema.

O filtro mais simples que pode ser executado no Crowd4City é pelo tipo do marcador. Na parte superior da janela principal do sistema (Figura 13 (b)), são

mostrados os tipos possíveis de marcadores e, ao selecionar quaisquer deles, são mostrados no mapa as denúncias que foram criados sobre tais tópicos selecionados.

Próximo a estes filtros, está também o botão de **Limpar** (Figura 13 (a)), que recarrega todos os marcadores cadastrados no sistema, eliminando os filtros que foram aplicados.

Todos os filtros disponíveis no sistema, incluindo aqueles que serão descritos nas próximas seções, são cumulativos. Isto significa que o usuário pode optar por realizar pesquisas utilizando mais de um tipo de filtro e será mostrado o resultado combinado dos filtros escolhidos.

4.1.1.1 Filtro Temporal

Outro filtro disponível é o filtro temporal, que facilita a visualização das informações no Crowd4City, assim explorando mais profundamente esta dimensão das informações submetidas pelos usuários.

Este é facilmente acessado na página principal, e, por seu intermédio, os usuários podem encontrar as informações que foram inseridas no sistema em um dado período de tempo. Podem ser feitas buscas pelos marcadores criados no último dia, na última semana ou no último mês sem maiores esforços, utilizando as opções predefinidas (Figura 18 (a)). O usuário pode também optar por especificar datas e horários de início e fim para realizar a busca.



Figura 18 - Filtros temporais

Tanto o filtro temporal, aqui descrito, quanto o filtro pelo tipo do marcador podem ser executados igualmente por meio da página inicial e por meio da aba de Filtros Avançados (Figura 18 (b)).

4.1.1.2 Filtro Temático

Na aba de Filtros Avançados (Figura 19) pode ser encontrado o campo para a realização do filtro temático, cujo objetivo é buscar por marcadores criados no sistema que possuam um dado termo ou frase em seu conteúdo (título ou descrição) ou em seus comentários. Existe ainda a possibilidade de buscar marcadores por seu status - Solucionado ou Não Solucionado.

Assim, ao realizar uma busca utilizando este filtro, todos os marcadores criados são analisados e os que preenchem os critérios definidos pelo usuário são retornados.

Por meio desses filtros, pode-se, por exemplo, fazer uma busca por todas as denúncias que contenham a palavra "buraco" e que ainda não foram dadas como solucionadas.

The image shows the 'Crowd4City' application interface. On the left, there is a search bar with the text 'Digite um endereço: Digite o endereço' and a 'Buscar' button. The main area is a map of a city grid with various colored markers (red, green, blue, orange) placed on different streets. On the right, there is a sidebar titled 'Filtros Avançados'. This sidebar contains several filter sections: 'Contendo o texto:' with a text input field; 'Status:' with two checkboxes, 'Solucionado' and 'Não solucionado'; 'Temporal:' with dropdown menus for 'de' and 'até', and buttons for 'Último dia', 'Última semana', and 'Último mês'; 'Espacial:' with a 'Busca em um raio de' section containing a '50 metros' dropdown and a 'Delimitar área' button, and a 'Buscar por marcadores contidos em uma área' section with a 'Delimitar área' button; and 'Passando por:' with a grid of checkboxes for various categories: Postos de Gasolina, Escolas, Praças, Aeroportos, Parques, Indústrias, Campos / Centros de esporte / Clubes, Correios, Cemitérios, Supermercados, Rios / Açudes, Shoppings, Rodoviárias, Igrejas, Bares, Restaurantes, Museus, Hospitais, Universidades, and Hotéis.

Figura 19 - Filtros avançados, com destaque para o filtro temático

4.1.1.3 Filtro Espacial

O último e mais complexo tipo de filtro disponibilizado no sistema é o filtro espacial. Acessível por meio da aba de Filtros Avançados, permite que os usuários busquem os marcadores criados no sistema a partir de suas características espaciais.

A primeira busca espacial possível é feita por meio da opção *Buffer*. A partir dela, o usuário pode marcar um ponto no mapa, e buscar por todos os marcadores a uma dada distância de tal ponto (Figura 20). Destacando a possibilidade de realizar filtros cumulativos, um usuário pode, por exemplo, buscar por todas as denúncias sobre o tópico Segurança feitas em um raio de 1000 metros de sua casa (um ponto que ele mesmo indica no mapa - Figura 20 (b)).

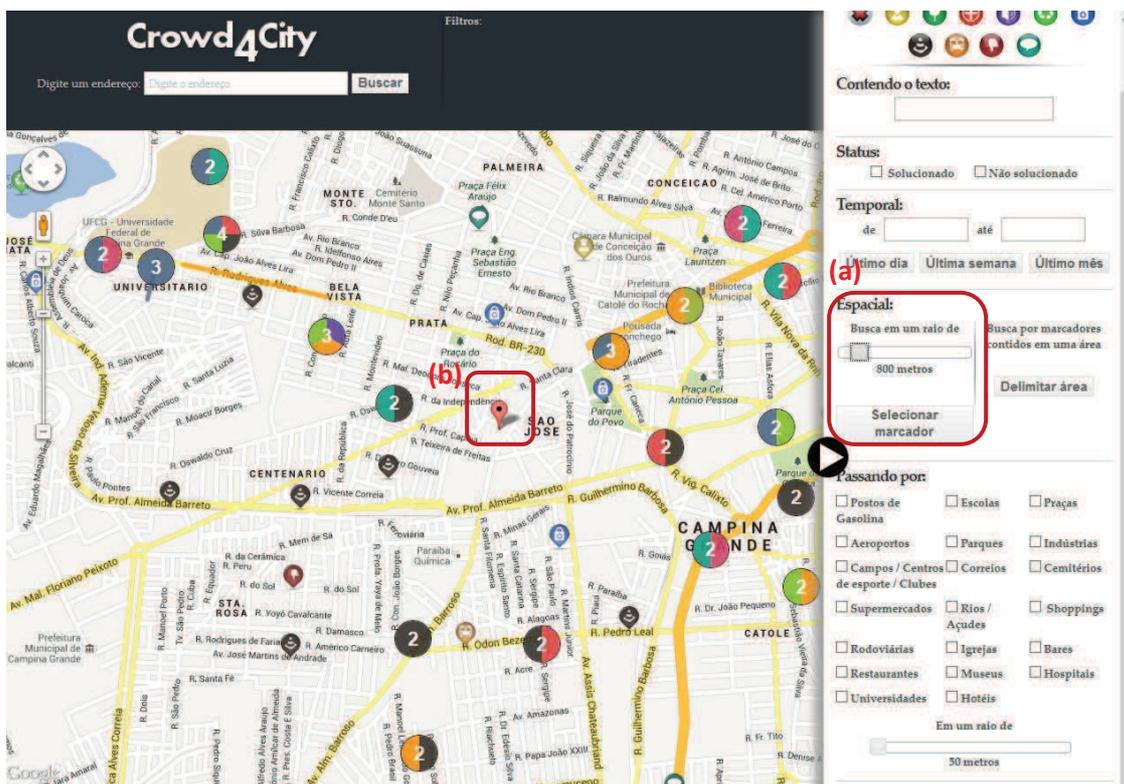


Figura 20 - Filtro espacial - Buffer

Ainda por meio da operação *Buffer*, o usuário pode selecionar um dos marcadores já criados no sistema e também buscar por outros marcados a uma dada distância dele, similar à operação anteriormente citada.

Este tipo de busca pode ser útil, por exemplo, para recuperar denúncias de roubos em um raio de 500 metros de uma queixa de falta de iluminação em uma rua (Figura 21).

O usuário pode também optar por delimitar uma área no mapa e buscar por denúncias/reclamações nela contidos. Esta funcionalidade é realizada por meio da operação *Contains* e também é cumulativa com todos os outros filtros. Por exemplo, o usuário pode buscar por marcadores contendo o termo "assalto", criados dentro da área do local em que trabalha ou estuda como, por exemplo, uma universidade (Figura 22).

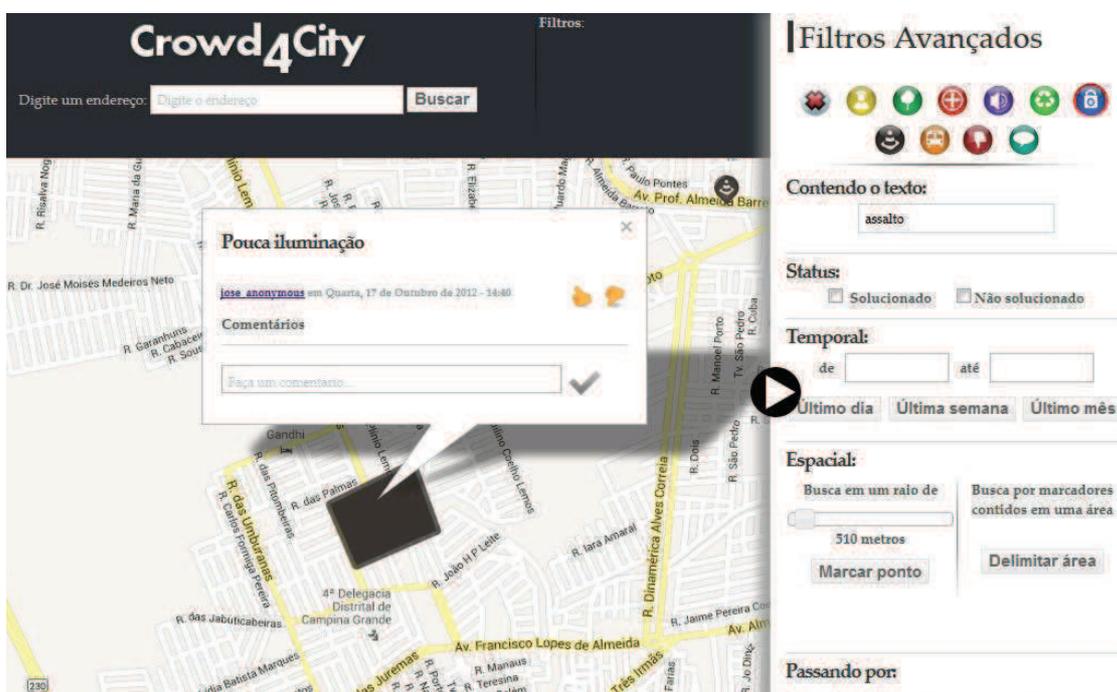


Figura 21 - Filtro espacial - Buffer selecionando um marcador existente

O último filtro espacial possível no sistema Crowd4City se dá por meio dos pontos de interesse (POIs). Os pontos de interesse cadastrados no sistema foram exportados do OpenStreetMap [43], que por sua vez utiliza-se também de *crowdsourcing*. Portanto, estes POIs também foram inseridos por usuários comuns da Internet.

No Crowd4City, as buscas realizadas com os pontos de interesse também utilizam a operação *Buffer*. Por exemplo, o usuário pode pesquisar por denúncias de poluição sonora em um raio de 500 metros de hospitais. Este tipo de filtro pode facilitar muito estudos e planejamentos da administração da cidade, assim como procurar padrões.

Dentre os Pontos de Interesse disponíveis podem ser selecionados, por exemplo, escolas, supermercados, rodoviárias ou bares. A lista completa pode ser conferida na Figura 23.

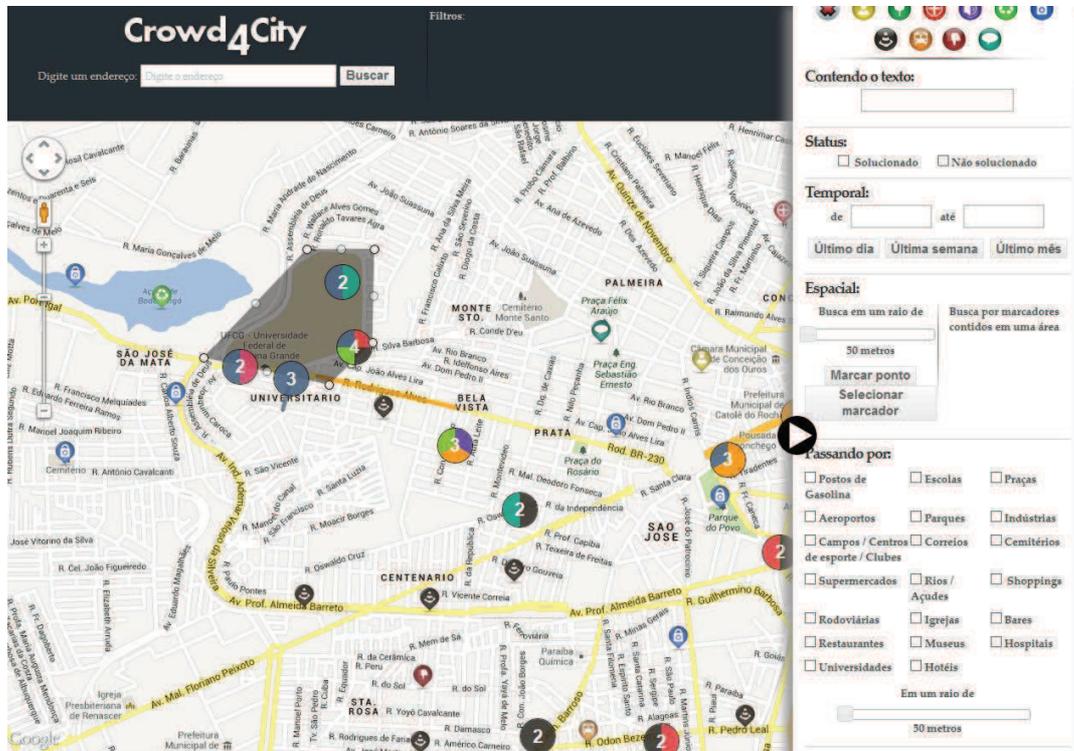


Figura 22 - Filtro espacial - Contains



Figura 23 - Pontos de Interesse disponíveis

4.2 Arquitetura

O projeto arquitetural do Crowd4City foi especificado no modelo de três camadas: a camada de apresentação, a camada de negócios e a camada de dados. Com este tipo de arquitetura, o fluxo de execução segue da seguinte maneira: os usuários interagem com a camada de apresentação, que repassa suas solicitações para a camada de negócios - esta, por sua vez, se comunica com a camada de dados, requisitando as informações necessárias para retorná-los à camada de apresentação. O resultado é então mostrado ao usuário na primeira camada do modelo.

Dentre os benefícios de se utilizar este modelo está a separação existente entre a camada lógica e a física, o que torna os sistemas que o utilizam mais flexíveis. Assim, existe menor acoplamento entre as partes do sistema, as quais podem ser alteradas de forma independente. Outras vantagens são a diminuição da sobrecarga no cliente e o balanceamento da carga, permitindo a utilização mais racional do hardware.

Na Figura 24, é apresentada a arquitetura em três camadas do Crowd4City.

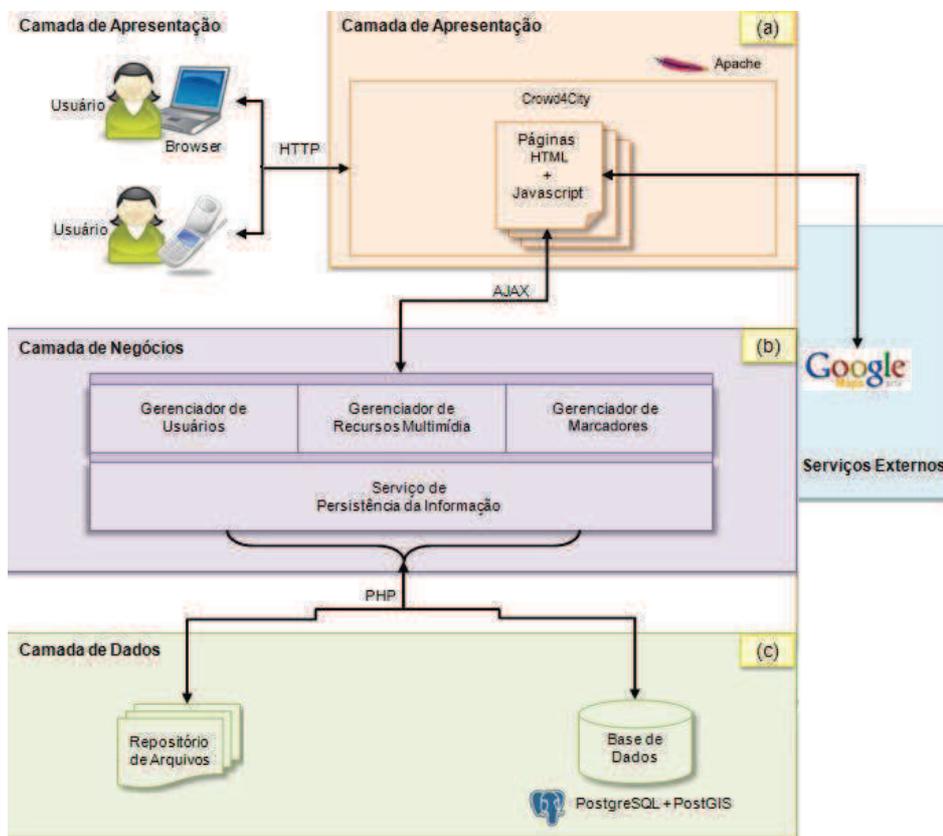


Figura 24 - Arquitetura do Crowd4City

4.2.1 Camada de Apresentação

A camada de apresentação representa a interface do sistema e contém os elementos que são exibidos para os usuários finais. Estes podem ser utilizados, por exemplo, para que os cidadãos insiram informações sobre a cidade ou para a realização de buscas nos marcadores (*posts*) já criados.

Os usuários podem acessar a camada de apresentação do Crowd4City por meio de um navegador Web, via o protocolo HTTP [28], seja utilizando um computador ou um dispositivo móvel. As páginas HTML [27] que compõem a interface do sistema são executadas pelo servidor Web Apache [2]. É a partir delas que os usuários irão interagir com a ferramenta. Esta camada pode ser visualizada no diagrama da Figura 24 (a).

Além das páginas HTML, são utilizados scripts na linguagem Javascript [29] para acessar os serviços externos do Google Maps [20]. Estes são utilizados na construção do mapa que serve de base para o sistema e também na exibição dos marcadores criados, agrupando-os em *clusters* e aprimorando a visualização.

Na Figura 25, pode ser visto um diagrama de uso com as funcionalidades gerais do Crowd4City.

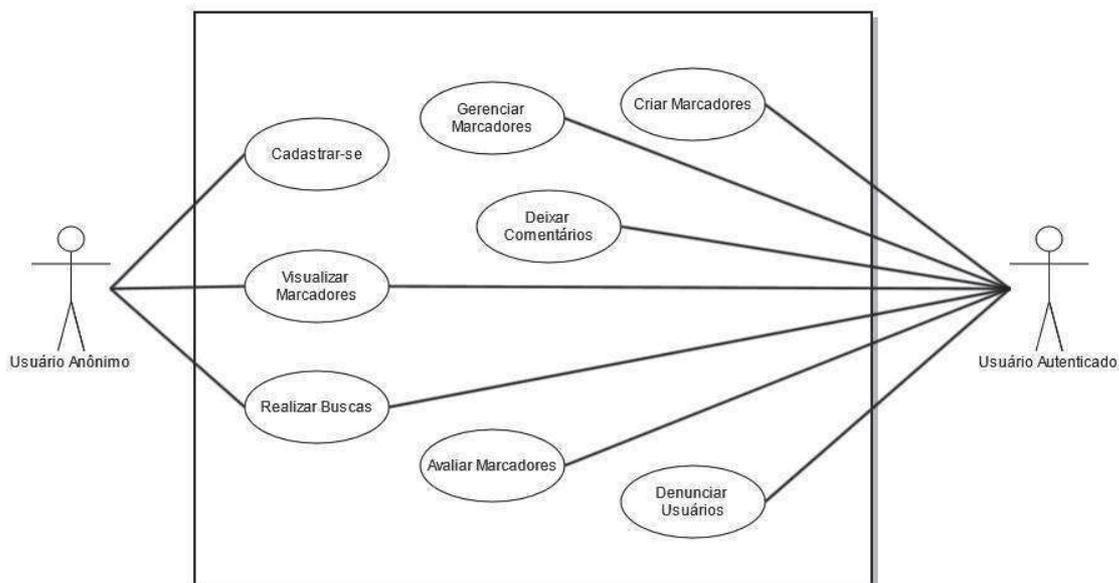


Figura 25 - Caso de Uso mostrando as principais funcionalidades do Crowd4City

4.2.2 Camada de Negócios

A camada de negócios é responsável pelo fluxo de informações da ferramenta e é o passo intermediário entre a camada de apresentação e o acesso aos dados. Esta camada possui as regras de negócios e pode ser conferida na Figura 24 (b).

A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento da lógica do Crowd4City foi PHP [46] e a comunicação entre a camada de apresentação e a camada de negócios foi feita utilizando-se a tecnologia AJAX [19].

Esta camada é composta de quatro módulos: o gerenciador de usuários, o gerenciador de recursos multimídia, o gerenciador de marcadores e o serviço de persistência da informação.

O **Gerenciador de Usuários** é responsável por organizar e gerenciar as fontes de dados - os cidadãos, suas informações e as operações de cadastro e denúncias. É responsável também por realizar operações relacionadas ao modelo de reputação e atribuir os valores resultantes a cada usuário. Este módulo se relaciona com o serviço de persistência da informação (com o objetivo de persistir as informações sobre os usuários) e com o módulo gerenciador de marcadores, para associar-lhes um valor relativo à sua credibilidade.

O **Gerenciador de Recursos Multimídia** lida com os arquivos multimídia anexados pelos usuários aos marcadores criados. Este módulo também se comunica com o serviço de persistência da informação para salvar os arquivos em um repositório.

O **Gerenciador de Marcadores** é responsável pela criação e gerenciamento dos marcadores e suas operações no mapa, tais como a visualização - comum ou o agrupamento em *clusters* -, as operações de *feedback* e os comentários. Este módulo realiza o filtro de conteúdo nos marcadores e comentários em busca de indícios de spam, e se comunica com o serviço de persistência da informação e com o Gerenciador de Usuários, provendo informações para o modelo de reputação.

Por fim, o **Serviço de Persistência da Informação** é utilizado para persistir, de forma, segura os dados do Crowd4City e realizar as buscas no sistema, comunicando-se com a camada de dados.

4.2.3 Camada de Dados

A camada de dados é responsável pela persistência e acesso aos dados do Crowd4City. Esta camada recebe as requisições da camada de negócios e as executa nas bases de dados utilizadas. No Crowd4City, são utilizados dois repositórios (Figura 24 (c)).

O primeiro é utilizado para armazenar todas as informações e interações do sistema Crowd4City, como também para armazenar as informações geográficas e executar as funções espaciais. O SGBD utilizado para tanto é o PostgreSQL [48], com o auxílio da extensão PostGIS [47], por meio do qual as consultas geográficas do Crowd4City são possíveis.

O segundo serve de repositório para os arquivos multimídia anexados pelos usuários. A comunicação entre os dois repositórios e camada de negócios é feita por meio da linguagem de programação PHP.

4.3 Considerações Finais

Neste capítulo, foi descrito o ambiente colaborativo baseado em localização Crowd4City desenvolvido com a finalidade de representar um sistema de Cidades Inteligentes, facilitando a interação dos cidadãos com os líderes das cidades. Foram mostradas suas principais funcionalidades, os tipos de pesquisas possíveis - maior diferencial em relação às propostas existentes na literatura - e sua arquitetura.

No capítulo a seguir, será mostrado, em maiores detalhes, o modelo de reputação desenvolvido e sua formalização.

Capítulo 5

Modelo de Reputação

Com o objetivo de auxiliar os usuários no discernimento de que informações no Crowd4City são confiáveis e visando um ambiente livre de *spam* e conteúdo imparcial/incorreto, foi desenvolvido um Modelo de Reputação para a ferramenta objeto deste estudo. No modelo criado, todos os usuários têm suas ações avaliadas, tais como a criação de marcadores e a adição de comentários. Como resultado, cada usuário passa a possuir um escore que indica quanto os outros podem confiar nos marcadores que são criados por ele. É importante destacar que o modelo de reputação desenvolvido depende de um forte engajamento dos usuários, avaliando as informações submetidas. Na criação do modelo, para calcular a credibilidade das informações submetidas pelos usuários, foram levadas em consideração diversas características relevantes. Em primeiro lugar, foi criado um filtro de palavras e expressões que são comumente associadas a *spammers* e usuários maliciosos, tais como "perca peso", "ganhe dinheiro", "promoção" e diversos outros termos (Apêndice B). Esta lista de termos foi obtida por meio de provedores de email. Então, sempre que um usuário cria um novo marcador ou faz um comentário em alguma publicação, seu conteúdo (título e descrição) é submetido a este filtro e um escore de *spam* é associado a ele. Este escore resultante impacta na reputação do usuário.

Um outro passo importante para proteção dos usuários e manutenção das informações relevantes no sistema foi a proibição do anexo de arquivos possivelmente perigosos. Portanto, o Crowd4City não permite a criação de marcadores com arquivos executáveis em anexo (arquivos .exe). Esta, porém, é uma medida apenas de prevenção, não impactando na reputação do criador do marcador - o arquivo executável poderia ser legítimo.

Para que o modelo determine se um marcador é verdadeiro e imparcial, a reação de outros usuários (do tipo "Concordo" e "Discordo") são utilizadas. É considerado que um marcador com uma razão de votos negativos maior do que votos positivos possui grandes chances de ser inapropriado, falso ou incorreto. Esta razão entre *feedbacks*

positivos e negativos constitui um outro componente do modelo de reputação, que é o escore do marcador. A reputação do usuário que deixou o feedback também é considerada neste passo, pois um usuário malicioso pode se utilizar desta funcionalidade para prejudicar a reputação de outros usuários do sistema.

Outra maneira de permitir que os usuários expressem sua insatisfação com o conteúdo gerado por outros usuários é denunciá-los como *spammers*, por meio das páginas de seus perfis (Figura 26). Esta notificação de *spammer*, entretanto, possui um período de validade, de forma a dar uma segunda chance aos usuários que um dia utilizaram o sistema de maneira corrupta.

Outro fator considerado no cálculo da reputação é a participação do usuário no sistema. Usuários que utilizam o Crowd4City com frequência e de maneira correta podem aumentar o seu escore de reputação.

Portanto, a reputação de um usuário é calculada em termos de: o escore de *spam* de todos os seus marcadores; o escore de spam de todos os seus comentários; o número de vezes que ele foi denunciado como *spammer* (sujeito a há quanto tempo tais denúncias foram feitas); e o quanto ele participa no sistema, seja deixando comentários, dando *feedback* ou reportando *spammers*.

A reputação do usuário é mostrada graficamente (Figura 26). Usuários não confiáveis (com baixa reputação) são mostrados com um selo vermelho; usuários com reputação neutra são mostrados com um selo branco; e usuários confiáveis recebem um selo de acordo com o valor de sua reputação - bronze, prata ou ouro.



Figura 26 - Página do perfil de um usuário

5.1 Formalização

O modelo de reputação desenvolvido analisa os dados inseridos no sistema e, como resultado, mostra um valor que ajuda o usuário a melhor avaliar se as informações que está visualizando são confiáveis ou não. A formalização deste modelo é descrita nesta seção.

5.1.1 Credibilidade dos marcadores

Dado que, no sistema desenvolvido, os usuários podem criar um novo marcador p ou adicionar um comentário c , o conteúdo de tal marcador ou comentário é sempre analisado. Esta análise verifica se o texto representa *spam* ou se faz uso de termos inapropriados, como palavrões. A função que realiza este passo é a $filter(w)$, que verifica cada palavra w do texto em relação com uma lista contendo os termos mais frequentes em mensagens de spam.

Portanto, cada marcador p possui um *spamScore* calculado da seguinte maneira:

$$spamScore_p = \sum_{i=1}^{|T|} filter(T[i]) + \sum_{i=1}^{|D|} filter(D[i])$$

Onde:

- $0 \leq spamScore_p \leq 1$;
- Cada marcador p é representado como: $p = \{T, D, Cn\}$, sendo Cn o contexto ao qual ele se aplica;
- T é o texto inserido como título do marcador e $T[i]$ é o termo na i -ésima posição deste texto;
- D é o texto inserido como descrição do marcador e $D[i]$ é o termo na i -ésima posição deste texto.

Da mesma maneira, todo comentário c adicionado a qualquer marcador p também possui um *spamScore*, definido como:

$$spamScore_c = \sum_{i=1}^{|C|} filter(C[i])$$

Onde:

- $0 \leq spamScore_c \leq 1$;
- Cada comentário c é representado como: $c = \{C, p\}$, sendo p o marcador ao qual ele pertence;
- C é o texto do comentário e $C[i]$ é o termo na i -ésima posição deste texto;

5.1.2 Reputação base dos usuários

A reputação de um usuário u está diretamente relacionada ao escore de credibilidade S_p de cada marcador p por ele criado. Este escore de reputação S é calculado por meio de um sistema Bayesiano binário, onde são consideradas avaliações expressadas por um de dois valores - bom ou ruim. No caso do sistema aqui mostrado, estes valores binários são representados por avaliações do tipo "Concordo" ou "Discordo", feitas pelos usuários sobre os marcadores indicando se estes estão de acordo ou também passaram pelos problemas indicados. Como destacado por Jøsang e Quattrociochi [30], sistemas de reputação Bayesiano utilizam uma função de distribuição de probabilidade (FDP) Beta indexada por dois parâmetros: α e β . Esta FDP, denotada por $Beta(x|\alpha, \beta)$, pode ser expressada como:

$$Beta(x|\alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha) \Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}$$

Na qual:

- x representa a variável aleatória;
- Γ é a função gama, componente da função de distribuição de probabilidade;
- $0 \leq x \leq 1$;
- $\alpha, \beta > 0$, restrito a:
 - $\alpha < 1 \rightarrow x \neq 0$ e
 - $\beta < 1 \rightarrow x \neq 1$

e o valor da esperança da distribuição Beta é dado por:

$$E(x) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

Ainda segundo Jøsang e Quattrociochi [30], a reputação binomial é estatisticamente computada por meio da atualização da FDP Beta. A reputação *a posteriori* é continuamente computada combinando-se a reputação *a priori* com cada nova avaliação e a esperança $E(x)$ é utilizada para representar o escore de reputação S no sistema. A distribuição Beta provê a base estatística e não é utilizada no cálculo dos escores de reputação.

Antes de receber qualquer avaliação, a distribuição *a priori* é a FDP Beta com $\alpha = Wa$ e $\beta = W(1 - a)$, na qual W representa o peso e a representa a taxa base. A taxa base padrão, advindos do sistema de reputação Bayesiano binário, é $a = 0,5$ e $W = 2$, o que produz uma distribuição *a priori* uniforme. Em seguida, dadas r avaliações positivas e s avaliações negativas, a distribuição *a posteriori* é a FDP Beta com:

$$\alpha = r + Wa$$

e:

$$\beta = s + W(1 - a)$$

Com base nas características de sistemas de reputação Bayesiano binários, descritas acima, o escore de credibilidade S_p é calculado como segue:

$$S_p = \frac{r + Wa}{r + s + W}$$

A credibilidade inicial de um marcador é neutra, assim como a reputação inicial de todos os usuários do sistema. A média dos escores de credibilidade de cada marcador p , criado pelo usuário u , é um fator importante para o cálculo da reputação base de tal usuário, que é representada por $reputation_u$ e seu cálculo é feito da seguinte maneira:

$$reputation_u = \frac{\sum_{i=1}^{|P|} S_{P[i]}}{|P|} \mid (u_i \in P[i]) = u$$

na qual:

- P representa todos os marcadores criados por u .

Além disto, os usuários podem interagir com o sistema de maneiras diversificadas de acordo com o tema abordado (contexto do marcador criado por ele, tais como "segurança", "saúde", etc). Portanto, a reputação $TS_{u,Cn}$ do usuário u em um certo contexto Cn pode ser calculada a partir da média dos escores de credibilidade de cada marcador p criado em tal contexto. Portanto:

$$TS_{u,Cn} = \frac{\sum_{i=1}^{|P|} S_{P[i]}}{|P|} \mid (u_i \in P[i]) = u \ \& \ (Cn_i \in P[i]) = Cn$$

O valor de $TS_{u,Cn}$ pode ser interpretado como a probabilidade de que a próxima experiência que o usuário u compartilhe no contexto Cn seja positiva, auxiliando outros usuários a analisarem mais facilmente sua credibilidade.

5.1.3 Reputação total

Para o cálculo da reputação total R_u de um usuário u , alguns outros fatores são considerados. Primeiramente, qualquer usuário autenticado no sistema pode denunciar outros usuários que julgue serem *spammers*, auxiliando o sistema na detecção de usuários maliciosos. Porém, também é uma característica desejada que haja a possibilidade de usuários corruptos se converterem e passarem a utilizar o Crowd4City de maneira correta, tendo assim sua reputação aumentada novamente.

Para tanto, foi adicionado o conceito de **período de validade** às denúncias de *spammer*: denúncias feitas há mais tempo possuem menor peso no cálculo da reputação. O resultado do cálculo das notificações de *spammer* feitas a respeito de um usuário u é chamado de $spammer_u$ e é obtido da seguinte maneira:

$$spammer_u = \sum spam_{i,u} * longevity_{spam} * R_i$$

na qual:

- $spam_{i,u}$ é um valor binário que indica uma denúncia de *spam* feita pelo usuário i a respeito do usuário u ;

- $longevity_{spam}$ é o fator que indica o grau de importância desta denúncia de acordo com a data de sua realização (há quanto tempo a denúncia foi feita);
- R_i é a reputação do usuário i que realizou a denúncia. Esta é importante para os cálculos de modo a evitar que usuários maliciosos utilizem esta funcionalidade para danificar a reputação de usuários honestos.

Outro fator importante para o cálculo da reputação de um usuário é o seu comportamento no sistema. Um bom usuário é aquele que participa ativamente, contribuindo com o sistema e não inserindo informações indevidas ou incorretas. Esta interatividade é definida como as tarefas realizadas pelos usuários, incluindo as funcionalidades de: criação de novos marcadores; adição de comentários nos marcadores já existentes; realização de avaliações por meio de feedbacks positivos ou negativos; e denuncia de outros usuários como *spammers*.

O cálculo deste coeficiente de interatividade também é feito no modelo reputação, sendo representado por $interactivity_u$.

Portanto, a reputação total R_u de um usuário u é dada em termos de:

$$R_u = reputation_u * \sigma + totalSpamScore_u * \rho + spammer_u * \delta + interactivity_u * \omega$$

na qual:

- σ representa o grau de relevância da reputação adquirida pelos marcadores criados (calculada por meio do sistema binário Bayesiano);
- ρ representa o grau de relevância dos resultados obtidos após as análises dos conteúdos submetidos (de todos os marcadores criados e comentários adicionados) por meio do filtro de termos de *spam*;
- δ representa o grau de relevância das denúncias de *spam* feitas pelos outros usuários;
- ω representa o grau de relevância da interatividade do usuário no sistema.

5.2 Considerações Finais

Neste capítulo, foi descrito em maiores detalhes o modelo de reputação desenvolvido nesta pesquisa e sua formalização, explicitando todas as variáveis consideradas neste passo. O modelo de reputação criado avalia as operações realizadas pelos usuários cadastrados no sistema e exibe seu resultado de maneira gráfica, de modo a facilitar o julgamento da credibilidade das informações inseridas.

No capítulo a seguir, serão descritos os experimentos realizados e seus resultados em relação ao modelo de reputação e ao sistema Crowd4City, assim como será discutida a validação realizada.

Capítulo 6

Experimentos e Validação

Neste capítulo, serão apresentados os experimentos realizados neste estudo. Inicialmente, será discutido o experimento executado sobre o modelo de reputação desenvolvido (seção 6.1), suas variáveis e resultados obtidos. Em seguida, na seção 6.2, será apresentado o experimento realizado sobre a relevância e aplicabilidade de ambientes colaborativos baseados em localização e sobre o sistema Crowd4City, sendo administrado um questionário para tanto. Os resultados obtidos e a validação realizada também serão discutidos. Por fim, na seção 6.3 são apresentadas as considerações finais.

6.1 Modelo de Reputação

A fim de avaliar a estratégia de reputação desenvolvida neste estudo, foi realizado um experimentos com usuários reais e o comportamento do modelo de reputação foi analisado. Os detalhes do experimento podem ser conferidos nas próximas seções.

6.1.1 Montagem do Experimento

Para a execução do experimento, foi selecionado um grupo de 35 usuários voluntários e este foi executado durante um período de seis semanas. Durante este período, os usuários utilizaram o sistema Crowd4City criando novos marcadores, expondo os problemas encontrados, avaliando as informações submetidas pelos outros e interagindo com o sistema em geral. Cinco dos usuários selecionados foram indicados a intencionalmente utilizarem o sistema para a disseminação de *spam* e criação de marcadores irrelevantes ou de conteúdo incorreto, assim como a interagirem com os outros usuários. Neste ponto, é importante ressaltar que os participantes não conheciam o papel uns dos outros no sistema, confiando apenas no modelo de

reputação e em sua intuição para o julgamento da credibilidade das informações inseridas.

Inicialmente, todos os usuários do sistema possuem uma reputação neutra e, conforme estes vão interagindo com a ferramenta, o valor de sua reputação é alterado. Da mesma maneira, os 35 usuários considerados também iniciaram o experimento com sua reputação neutra.

6.1.2 Metodologia

À medida que o sistema Crowd4City foi sendo utilizado durante o experimento, todas as operações realizadas foram registradas. As atividades de criação de marcadores, adição de comentários e denúncias de *spam*, dentre outros, foram monitoradas, assim como os resultados do modelo de reputação. Ao fim, cada um dos 35 usuários possuía um valor de reputação diferente daquele inicial.

Foram analisadas então as atividades realizadas por cada usuário do experimento em relação com o resultado obtido por meio da estratégia de reputação desenvolvida.

Os resultados são discutidos em maiores detalhes na próxima seção.

6.1.3 Resultados

Um resumo dos dados coletados durante as seis semanas de execução do experimento, em relação à reputação computada para os usuários, pode ser visto abaixo. Na Figura 27, apresenta-se a reputação final dos usuários no formato da escala gráfica, descrita no capítulo anterior.

Como pode ser visto no gráfico da Figura 27, do total de 35 usuários: seis foram considerados não confiáveis (receberam o selo vermelho); oito terminaram com uma reputação neutra; seis foram considerados um pouco confiáveis; 13 foram considerados confiáveis; e dois terminaram como usuários muito confiáveis. Na Figura 28, podem ser vistos os resultados em maiores detalhes, mostrando o escore de reputação final computado para todos os usuários (representado por um valor entre 0 e 10).

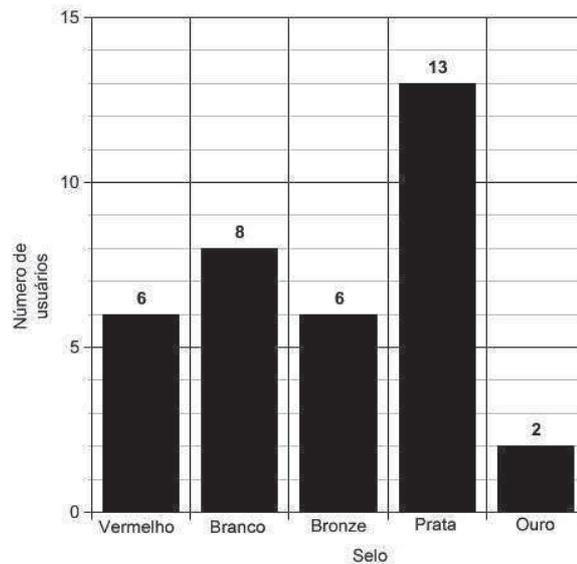


Figura 27 - Reputação final dos usuários

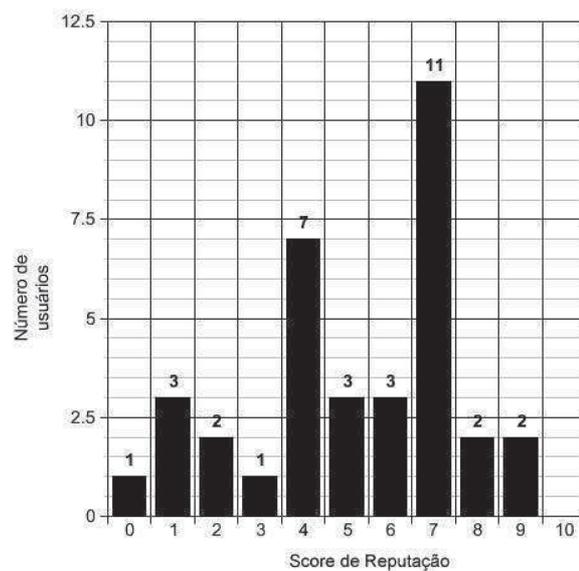


Figura 28 - Resultados detalhados da reputação

O experimento foi iniciado com cinco (dos 35 usuários) como usuários maliciosos (*spammers*). Entretanto, o modelo de reputação permitiu constatar que, por fim, houve seis usuários não confiáveis. Após análises, foi descoberto que este sexto usuário da rede social interagiu muito pouco com o sistema desde seu cadastro e recebeu falsas denúncias de *spammer* dos usuários maliciosos. O valor de sua reputação final, entretanto, ficou no limite entre aquela do grupo de usuários não

confiáveis e aquela do grupo de usuários neutros, conforme pode ser visto na Figura 29, o ponto mais alto abaixo da divisão do selo vermelho.

Este falso positivo descrito é um exemplo de erro ao qual o modelo de reputação desenvolvido é susceptível, no qual os usuários maliciosos podem aproveitar-se da reputação neutra que possuem inicialmente para prejudicar os outros usuários até o momento em que são detectados como tal. A partir de então, pôde-se perceber pelos registros que suas atividades passam a possuir bem menor impacto.

Outro exemplo de falso positivo possível no modelo de reputação é a criação de um marcador legítimo, porém contendo muitos dos termos existentes na lista de *spam*. Neste ponto, o marcador possuirá um alto escore de *spam*; no entanto, com o decorrer do tempo, o escore total do marcador passa a indicar que o mesmo é legítimo e seu valor inicial não impacta fortemente na reputação total do usuário.

Também pôde ser visto que 60% dos usuários forma incorporados ao final ao grupo de usuários confiáveis (entre aqueles considerados um pouco confiáveis, confiáveis e muito confiáveis), porém muito poucos - 5,7% - receberam o selo dourado. Estes foram os usuários mais ativos no sistema, freqüentemente avaliando os marcadores criados pelos outros usuários, criando novos marcadores e denunciando *spammers* como tal.

Ao fim, houve 116 marcadores criados, a maioria pelos usuários de selo dourado (22%) e pelos usuários não confiáveis (39%). Este fato prova que, mesmo os usuários maliciosos tendo interagido muito com o sistema, não o fizeram de maneira sábia - a maioria de suas atividades envolveu a disseminação de *spam* ou conteúdo inapropriado. Esta alta interatividade não foi suficiente para elevar sua reputação significativamente, principalmente em tão curto espaço de tempo e iludir os outros usuários.

Na Figura 29, ilustra-se a reputação final dos usuários dividida por sua classificação na representação gráfica, na qual cada ponto representa um usuário. A estratégia de reputação desenvolvida pode apresentar resultados insatisfatórios quando não há suficiente engajamento dos usuários com o sistema e as atividades de avaliação, ou ainda em seu *startup*, quando usuários maliciosos podem aproveitar-se de sua reputação neutra para agirem enquanto não são detectados como tais. Entretanto, os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, detectando com sucesso os marcadores contendo *spam*, os usuários maliciosos e aqueles que melhor interagiam com a

ferramenta. O modelo desenvolvido também mostrou-se compatível com diversos cenários, podendo resultar na identificação correta da credibilidade dos usuários de ambientes colaborativos e exibindo esta informação para os demais usuários em um formato de fácil interpretação.

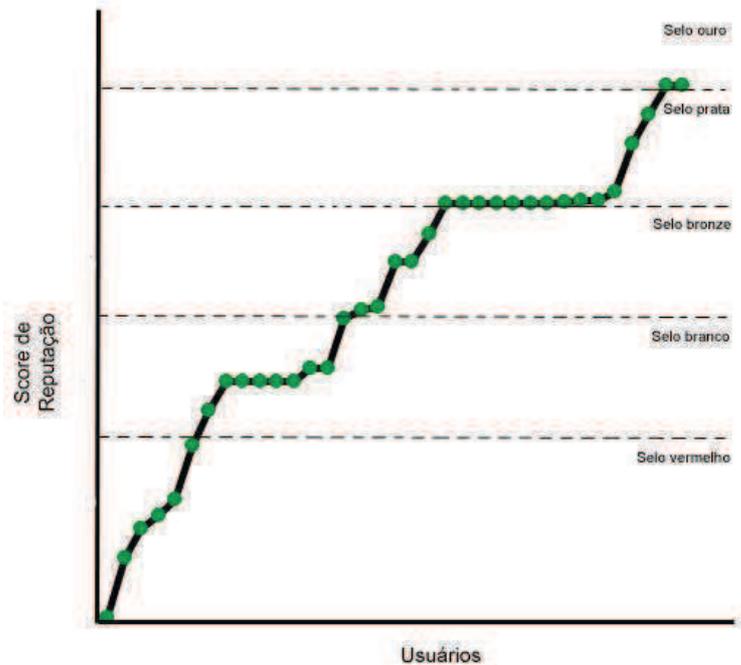


Figura 29 - Resultados detalhados da reputação

6.2 Questionário

Em seguida, a fim de validar a relevância de um ambiente colaborativo baseado em localização e as ideias propostas com o sistema Crowd4City, foi desenvolvido um questionário e este foi administrado a um grupo maior de voluntários. O questionário conta com questões a respeito da interação entre estes e os governantes de sua cidade e sua satisfação com as condições do ambiente onde vivem, assim como itens sobre a opinião dos participantes com relação ao ambiente colaborativo desenvolvido, suas funcionalidades e sua aplicabilidade. Nas seções a seguir, o experimento será descrito em maiores detalhes.

6.2.1 Montagem do Experimento

Para a aplicação do questionário, foram selecionados dois grupos de voluntários. O questionário inicial foi submetido a um teste piloto com uma amostra conveniente de 12 participantes, de acordo com o que foi defendido por Hair Kr. et al [22]. A amostra populacional consistiu de estudantes de graduação, mestrado e doutorado da área de Ciência da Computação.

Mais tarde, foi selecionada maior variedade de participantes que contribuíram para a pesquisa com respostas para o questionário. Com um total de 100 respondentes, a amostra populacional final consistiu de usuários de ambos os sexos e de idades e profissões variadas.

A amostra de respondentes foi obtida por meio de divulgação em fóruns e redes sociais, acompanhando um vídeo com explicações sobre o sistema, seu propósito e suas funcionalidade. Todos os participantes foram também usuários do sistema.

6.2.2 Metodologia

Além das questões a respeito da opinião dos participantes com relação ao sistema, suas funcionalidades e sua aplicabilidade, foram incluídos no questionário também alguns quesitos com relação ao perfil dos voluntários, tais como idade, sexo e profissão - para possibilitar uma análise mais completa das informações obtidas.

O desenvolvimento deste instrumento de pesquisa consistiu de 3 passos principais:

- A elaboração do questionário inicial;
- A avaliação de um teste piloto com uma amostra preliminar de participantes; e
- A revisão das questões, fazendo as alterações necessárias.

Os quesitos do questionário foram estruturados de maneira que os participantes pudessem posicionar-se (concordando ou discordando dos tópicos abordados) de acordo com uma escala de Likert [4], com 5 níveis de concordância/discordância, contando com uma opção de não aplicabilidade ou posicionamento neutro. Tais níveis podem sofrer variações, porém possuem o significado indicado na Figura 30.



Figura 30 - Escala de Likert - Adaptado de Bertram [4]

Os resultados do questionário foram coletados durante o mês de Março de 2013 e analisados utilizando os softwares R® e Microsoft Excel 2007®.

6.2.3 Validação

É muito importante poder avaliar se o instrumento de pesquisa é capaz de inferir ou medir aquilo a que ele se propõe, atribuindo relevância à pesquisa. O coeficiente Alfa de Cronbach [12] é comumente utilizado como coeficiente de confiança ou da consistência interna do questionário.

O uso de medidas de confiança, como o Alfa de Cronbach, não garante unidimensionalidade ao questionário, mas assume que ela existe. A unidimensionalidade é característica de um conjunto de indicadores que possui apenas um conceito em comum - Hair Jr. et al [22].

O teste do coeficiente Alfa de Cronbach resulta em um valor entre 0 e 1, tendo como objetivo testar a consistência de um grupo de variáveis. Quanto mais próximo o resultado estiver de 1, menor será o erro estatístico ao qual o instrumento está sujeito. Um valor resultante menor que 0,8 caracteriza um conjunto de variáveis como relativamente fracas, indicando que o questionário pode ser inconsistente. O número de itens do questionário e o número de respondentes pode afetar o coeficiente Alfa de Cronbach resultante.

Este coeficiente α é calculado a partir do somatório da variância dos itens individuais e do somatório da variância de cada respondente, representado da seguinte maneira:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

no qual:

- k é o número de quesitos do questionário;

- s_i^2 representa a variância de cada quesito;
- s_t^2 representa a soma da variância dos respondentes (variância total do questionário).

Para testar a confiança do questionário, o teste piloto foi realizado e o coeficiente Alfa de Cronbach foi calculado.

6.2.3 Resultados

O resultado do teste Alfa de Cronbach da primeira fase (teste piloto) foi um tanto satisfatório, com o valor **0,843** (Tabela 2). Entretanto, a recomendação é que as questões que apresentaram maior variância devem ser analisadas novamente. Assim, estas questões sofreram algumas modificações (como reestruturação dos títulos ou das respostas) e novos tópicos de interesse foram adicionados ao questionário. O número total de itens do questionário foi aumentado.

	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7	Item8	Item9	var
P1	0.5	0.5	0	1	0.25	0.75	1	1	1	0.15625
P2	0.5	0.75	0	1	1	0.75	1	0.75	1	0.109375
P3	0.5	0.25	0	1	0.75	0.75	1	0.75	1	0.125
P4	0.75	0.5	0	1	0.75	0.75	1	1	1	0.109375
P5	0.75	0.5	0.5	1	1	0.75	1	0.25	1	0.078125
P6	0.75	0.25	0	1	1	1	1	1	1	0.1475694
P7	0.25	0.25	0	1	1	0.75	1	1	0.75	0.15625
P8	0	1	0	1	1	0.75	0.75	1	1	0.1788194
P9	0.75	0.25	0	1	0.25	0.75	1	0.25	1	0.15625
P10	0.75	0.5	0	1	0.75	0.75	1	0.75	1	0.1006944
P11	0.25	0.5	0	1	1	1	1	1	1	0.15625
P12	0.75	0.25	0	1	0.25	0.25	1	0.75	1	0.15625
var	0.06628	0.05492	0.02083	0	0.1022	0.03409	0.005208	0.07765	0.005208	

Tabela 2 - Valores e Variâncias resultantes do teste piloto, utilizados no cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach.

Após realizadas as alterações no questionário, este foi executado agora em um maior e mais completo cenário e seu coeficiente Alfa foi novamente calculado.

O novo teste Alfa de Cronbach, baseado nas respostas do 100 participantes, resultou em um coeficiente de valor **0,957**. Este resultado mostrou que o instrumento de pesquisa possui alta confiança, alta consistência interna e está menos exposto a erro estatístico. O questionário final pode ser conferido no Apêndice B.

A partir dos dados obtidos com a administração do questionário, foi possível analisar o cenário atual e o sistema Crowd4City sob diversos aspectos. A correlação entre as variáveis descritas no questionário (por exemplo: como os respondentes expõem os problemas que elas encontram na cidade e o quão frequentemente suas queixas são atendidas) foi analisada utilizando o teste estatístico qui-quadrado.

Em sua maioria, os participantes reconheceram a importância de uma forma de interação mais significativa entre os cidadãos e os políticos e líderes da cidade (Figura 31). Esta interação é necessária para que suas queixas e sugestões possam ser ouvidas e, possivelmente, atitudes sejam tomadas para solucionar tais problemas. Outro benefício é que os problemas passam a estar registrados em meio público e a população pode cobrar as soluções e promessas feitas pelos políticos.

Também foi percebido o quão insatisfeita a população está com as respostas obtidas dos líderes da cidade sempre que são feitas queixas, com mais de 60% dos respondentes afirmando que nunca obtêm solução dos problemas reportados.

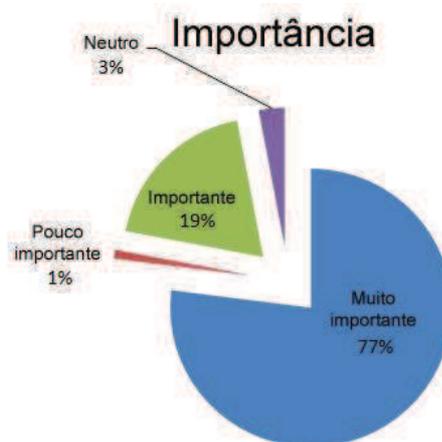


Figura 31 - Resultados do questionário sobre a importância de uma ferramenta como o Crowd4City

Um fato interessante é que pôde ser percebida uma certa consciência entre a população em relação à percepção de um local de acordo com quem nele vive (88% dos respondentes). Por exemplo, ao visitar um local novo ou desconhecido, os respondentes viram como um passo importante obter informações com as pessoas que moram neste local - tais como que caminhos tomar, quando e como é mais seguro ir, entre outros. A partir desta informação, pode-se ver que as pessoas valorizam a opinião e conhecimento dos outros e, portanto, também podem entender o valor de um ambiente colaborativo tal qual o Crowd4City.

Entretanto, uma observação deve ser feita: quando se trata de informações encontradas em uma rede social, os participantes mostraram-se mais cautelosos, levando somente em consideração as informações inseridas por indivíduos conhecidos ou que possuam algum meio que os permita inferir o quão confiável é sua fonte. Comparando a percepção dos usuários sobre a credibilidade de informações comumente encontradas *online* em relação à credibilidade das informações encontradas no Crowd4City, pode-se dizer que o sistema proposto neste estudo pode ser vista como um ambiente seguro e confiável para tal interação necessária entre os cidadãos e os governantes.

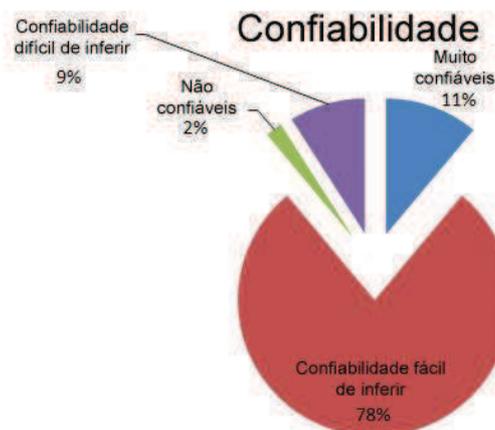


Figura 32 - Resultados do questionário sobre o quão confiáveis as informações do Crowd4City são

Na Figura 32, podem ser conferidos os resultados do questionário em relação à credibilidade das informações encontradas no Crowd4City.

Como dito anteriormente, o grupo de respondentes do questionário consistiu de uma amostra significativa da população de várias faixas etárias, diferentes perfis, profissões e hábitos. Alguns padrões, porém, podem ser observados a partir das respostas obtidas. Por exemplo, cidadãos que estão morando há mais tempo em uma cidade tendem a se sentirem mais satisfeitos com tal ambiente, acreditando que a cidade está em boas condições. Entretanto, estes não se tornam acomodados e, portanto, não deixam de apontar os problemas da cidade quando se deparam com tais.

Todavia, também pôde ser visto que parte da amostra populacional obtida possui grandes insatisfações com as condições e serviços de sua cidade, porém em sua maioria (77%) nem ao menos fazem denúncias ou expõem suas queixas para que atitudes sejam tomadas.

Também conforme esperado, o meio atualmente mais utilizado para a realização de queixas ou denúncia de problemas, escolhido por 65% dos respondentes, é a Internet - mais especificamente as redes sociais, mais uma vez provando o poder de um ambiente colaborativo como o aqui sugerido e sua conveniência, uma vez que grande parte da população hoje em dia possui acesso à Internet e já está habituada a utilizá-la.

Em relação às inovações que o Crowd4City traz, a possibilidade de aplicar filtros espaciais, filtros temporais e filtros temáticos foram bem aceitas (Figura 33). Os respondentes reconheceram que, além da necessidade de um meio de interação entre os cidadãos e os governantes, existe também o problema de que, à medida que o sistema torna-se mais popular, fica mais difícil absorver e fazer uso de todas as informações disponíveis. Dados importantes podem se perder em meio às informações submetidas e o valor do sistema pode se tornar cada vez menor. Além disto, tais filtros são muito importantes para a usabilidade do sistema, uma vez que o usuário pode aplicá-los de maneira a exibir no sistema apenas as informações nas quais ele está interessado.

Na Figura 33, são sumarizados os resultados do questionário em relação aos filtros disponíveis no sistema, tendo como possíveis respostas os itens: Nada importante; Pouco importante; Neutro; Importante; e Muito importante. A maior parte dos respondentes reconheceu a importância dos filtros, classificando-os entre as categorias "Importante" e "Muito Importante" e apenas uma parcela reduzida destes os considerou como sem importância.

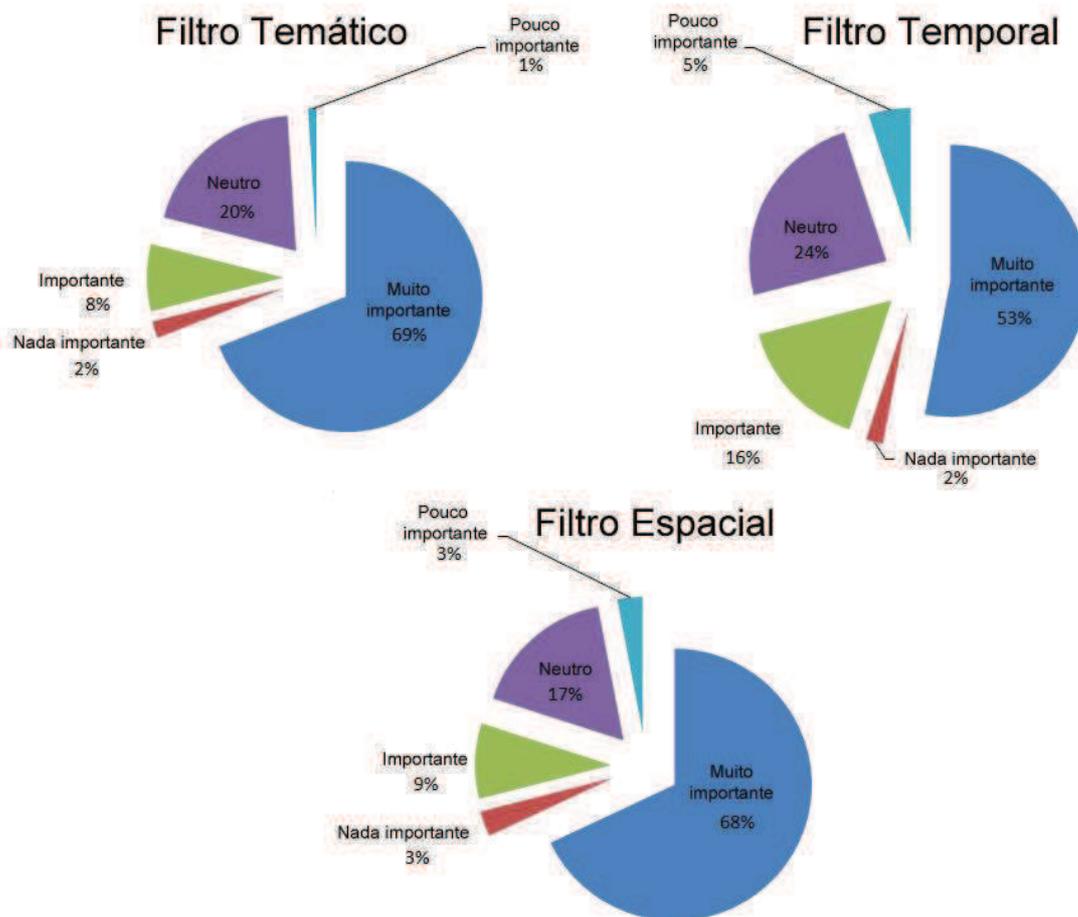


Figura 33 - Resultados do questionário quanto aos filtros

6.3 Considerações Finais

Neste capítulo, foram discutidos em maiores detalhes os experimentos realizados sobre o ambiente colaborativo baseado em localização Crowd4City, incluindo sua metodologia, os resultados obtidos e também a validação dos instrumentos utilizados. De modo geral, os resultados foram bastante satisfatórios, mostrando que o instrumento utilizado (questionário) é confiável e que o Crowd4City representa uma abordagem promissora para os objetivos aos quais ela se propõe.

No próximo capítulo, serão apresentadas as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido nesta pesquisa, suas contribuições e os trabalhos futuros.

Capítulo 7

Conclusão

Os ambientes colaborativos baseados em localização são capazes de recuperar mais informações sobre seus usuários e fornecer serviços mais personalizados e ajudar no processo de tomada de decisões. Elas também podem ser úteis na recuperação de dados sobre os locais em si, por meio das atividades dos usuários. Desta forma, pode-se conhecer melhor os locais tratados, as pessoas que os visitam e identificar padrões.

Com relação a soluções de Cidades Inteligentes, estas são utilizadas de modo a buscar otimização dos serviços e recursos das cidades. Por meio da utilização de sensores digitais, as condições do local onde a solução foi aplicada são monitoradas e as informações recuperadas são analisadas por especialistas. Estes tomam decisões de modo a evitar desperdícios ou desastres ou aumentar a eficiência do serviço provido, por exemplo.

Quando combinadas as duas estratégias supra descritas, estas podem ser aplicadas as soluções de Cidades Inteligentes utilizando-se de indivíduos para a recuperação das informações necessárias. Estes indivíduos podem ser chamados de sensores participativos ou sensores humanos, baseando-se no conceito de *Crowdsourcing*.

Esta pesquisa teve por objetivo experimentar e validar o uso de um ambiente colaborativo baseado em localização resultante desta combinação, no contexto da democracia participativa, introduzindo o Crowd4City. Este sistema provê um meio para que os cidadãos possam expor suas queixas ou problemas que encontram diariamente e assim poder exigir providências dos governantes.

O Crowd4City possui como diferencial maior exploração da dimensão espacial, dispondo de filtros para que sejam exibidas, dentre as denúncias já criadas, apenas aquelas que preenchem as características desejadas pelo usuário. Também para otimizar a usabilidade do sistema, foram utilizadas técnicas de visualização, a fim de evitar que a interface torne-se sobrecarregada com as informações inseridas.

Como tentativa de evitar um problema comum em sistemas de conteúdo colaborativo - a disseminação de *spam* - foi desenvolvido um modelo de reputação que classifica os usuários de acordo com a qualidade das informações que estes submetem. Desta maneira, os usuários passam a poder utilizar-se de um meio que os ajuda a julgar mais facilmente em que informações confiar.

7.1 Contribuições

As principais contribuições deste trabalho são:

- **Modelo de reputação:** avaliando as informações submetidas no sistema e utilizando os resultados computados para auxiliar os usuários a julgarem as denúncias lidas como confiáveis ou não;
- **Exploração da dimensão espacial:** permitindo que os usuários insiram as denúncias em diferentes formatos (como linhas e polígonos) e realizem buscas a partir das características espaciais das informações submetidas, executando as funções Buffer e Contains, e considerando também os Pontos de Interesse das cidades;
- **Técnica de visualização:** agrupando denúncias em *clusters*, para que a interface não se torne sobrecarregada, e aprimorando a visualização.

7.2 Trabalhos Futuros

O sistema Crowd4City utiliza-se da percepção dos cidadãos para que sejam expostos os problemas dos serviços e infraestrutura das cidades. Desta forma, os líderes locais podem obter uma melhor percepção das condições em que a população vive e quais as suas necessidades, e a população pode exigir providências. Para melhorar ainda mais esta experiência, pretende-se aprimorar o sistema:

- Recuperando informações por meio de redes sociais mais amplamente utilizadas, tais como Facebook e Twitter, com o objetivo de obter ainda

mais dados e atrair os usuários que não se dispõem a utilizar um ambiente separado para este fim;

- Utilizando redes sociais também para o compartilhamento das denúncias cadastradas, de modo a atrair ainda mais a atenção da sociedade aos problemas inseridos no sistema;
- Utilizando fontes de dados externas certificadas, para contribuir com a geração de conteúdo mais concreto e confiável, tais como meios de comunicação (jornais digitais), organizações não governamentais (ONGs) e até mesmo representantes de setores do governo;
- Tornando a aplicação ciente de contexto - permitindo ao usuário a possibilidade de traçar rotas e, ao se aproximar das denúncias cadastradas no sistema, obter alertas no dispositivo móvel.

Referências Bibliográficas

- [1] AMAZON'S MECHANICAL TURK. Disponível em: <<http://www.mturk.com/mturk>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [2] APACHE. Disponível em: <<http://www.apache.org/>> Acesso em: Julho de 2013.
- [3] BAYKURT, B. **Redefining Citizenship and Civic Engagement: political values embodied in FixMyStreet.com**. Selected Papers of Internet Research. 2012.
- [4] BERTRAM, D. **Journal: Likert Scales are the Meaning of Life**. 1999. Disponível em: <http://repository.upi.edu/operator/upload/s_ing_0706173_bibliography.pdf>. Acessado em: Julho de 2013.
- [5] BRABHAM, D. C. **The Effectiveness of Crowdsourcing Public Participation in a Planning Context**. *Social Science Research Network*, vol. 85, no.9, S424-9. 2010.
- [6] BRABHAM, D. C. **Crowdsourcing as a model for problem solving: An introduction and cases Convergence**. *The International Journal of Research into New Media Technologies*, vol. 14, no. 1., pp 75 - 90. 2008.
- [7] CAMINHA, C.; FURTADO, V. **Using Complex Networks for Mining Malicious Activities in a Collaborative Map**. *Journal of Information and Data Management*, vol. 3, n. 3. 2012.
- [8] BRECH, B.; RAJAN, R.; FLETCHER, J.; HARRISON, C.; HAYES, M.; HOGAN, J.; HOPKINS, L.; ISOM, P. K.; MEEGAN, J.; PENNY, C., SNOWDOWN, J. L.; WOOD, D. A. **Smarter Cities Series: Understanding the IBM Approach to Efficient Buildings**, IBM Redguide Publication. 2011.
- [9] CAMINHA, C.; FURTADO, V.; VASCONCELOS, J. E.; AYRES, L. **Uma Ferramenta de Autoria para a Criação de Mapas Colaborativos para Aplicações em egov 2.0**. In *Anais do XXX CSBC 2010, WCGE, II Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico*. Minas Gerais. 2010.

- [10] CARTER, J.; BITTING, E.; GHORBANI, A. A. **Reputation formalization for an information sharing multiagent system.** Computational Intelligence 18(4), 514–515. 2002.
- [11] CASTELFRANCHI, C.; FALCONE, R. **Principles of Trust for MAS: Cognitive Anatomy, Social Importance, and Quantification.** International Conference on Multi Agent Systems. 1998.
- [12] CRONBACH, L. J. **Coefficient Alpha and the internal structure of tests.** Psychometrika, v.16,p.297-334. 1978.
- [13] DEMIRBAS, M.; BAYIR, M. A.; AKCORA, C. G.; YILMAZ, Y. S.; FERHATOSMANOGLU, H. **Crowd-Sourced Sensing and Collaboration Using Twitter.** IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks. 2010.
- [14] ERICKSON, T. **Geocentric Crowdsourcing and Smarter Cities: Enabling Urban Intelligence in Cities and Regions.** 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing. 2010.
- [15] FACEBOOK. Disponível em: <<http://www.facebook.com>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [16] FOURSQUARE. Disponível em: <<https://foursquare.com/>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [17] FURTADO, V.; CAMINHA, C.; AYRES, L.; SANTOS, H. **Open Government and Citizen Participation in Law Enforcement via Crowd Mapping.** Intelligent Systems, vol. 27, issue 4, p. 63-69. 2010.
- [18] FURTADO, V.; AYRES, L.; OLIVEIRA, M.; VASCONCELOS, E.; CAMINHA, C.; D'ORLEANS, J.; BELCHIOR, M. **Collective intelligence in law enforcement – The WikiCrimes system.** Information Sciences: an International Journal, vol. 180, issue 1, p. 4-17. 2010.
- [19] GARRET, J. **Ajax: A New Approach to Web Applications.** Disponível em: <<http://adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>>. Acesso em: Julho de 2013. (2005)
- [20] GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/?hl=pt-BR>>. Acesso em: Julho de 2013.

- [21] GOOGLE MAPS OVERLAYVIEW. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overlays#CustomOverlays>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [22] HAIR JUNIOR, F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BALCK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 600p.
- [23] HARRISON, C.; DONNELLY, I. A. **A Theory of Smart Cities**, Cities, July 2011, p. 1-15.
- [24] HELAL, S. **IT Footprinting - Groundwork for Future Smart Cities**, *Computer*, vol.44, no.6, pp.30,31, June 2011.
- [25] HINCHCLIFFER, D. Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/dionh/234525331/in/set-72157604724103858>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [26] HO, S. C.; CHEN, J. L.; LUO, S. T. **The integration of technology, service, and social network for the continuance use of location-based services**. In *Proceedings of the 14th Annual International Conference on Electronic Commerce (ICEC '12)*. ACM, New York, NY, USA, 217-218. 2012.
- [27] HYPERTEXT MARKUP LANGUAGE - HTML. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/HTML>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [28] HYPERTEXT TRANSFER PROTOCOL - HTTP. Disponível em: <<http://www.w3.org/Protocols/>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [29] JAVASCRIPT. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/JavaScript>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [30] JØSANG, A.; QUATTROCIOCCI, W. **Advanced Features in Bayesian Reputation Systems**. TrustBus '09 Proceedings of the 6th International Conference on Trust, Privacy and Security in Digital Business, p. 105 - 114. 2009.
- [31] JØSANG, A; HALLER, J. **Dirichlet Reputation Systems**. ARES 2007 The Second International Conference on Availability, Reliability and Security, p. 112 - 119. 2007.

- [32] JURCA, R.; FALTINGS, B. **Towards Incentive-Compatible Reputation Management**. Proceedings of the 2002 international conference on Trust, reputation, and security: theories and practice, p. 138-147. 2002.
- [33] KALSI, M. **Crowdsourcing through Knowledge Marketplace**. Disponível em: <http://blog.spinact.com/knowledge_as_a_service/2009/03/crowdsourcing-through-knowledge-marketplace-.html>. Acesso em: Julho de 2013.
- [34] KATZ, J. S.; RUANO, J. **Smarter Cities Series: Understanding the IBM Approach to Ennergy Innovation**, IBM Redguide Publication. 2011.
- [35] KEHOE, M.; COSGROVE, M.; DE GENNARO, S.; HARRISON, C.; HARTOORN, W.; HOGAN, J.; MEEGAN, J.; NESBITT, P.. PETERS, C. **Smarter Cities Series: A Foundation for Understanding the IBM Smarter Cities**, IBM Redguide Publication. 2011.
- [36] LEE, J.; BAIK, S.; LEE, C. **Building an Integrated Service Management Platform for Ubiquitous Ecological Cities**, Computer, vol.44, no.6, p. 56-63. 2011.
- [37] LINKEDIN. Disponível em: <<http://br.linkedin.com/>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [38] MAP MY TRACKS. Disponível em: <www.mapmytracks.com>. Acesso em: Julho de 2013.
- [39] MICROSOFT RESEARCH - Location-Based Social Networks. Disponível em: <<http://research.microsoft.com/en-us/projects/lbsn/>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [40] MYSPACE. Disponível em: <<https://myspace.com/>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [41] NAM, T.; MELLOULI, S.; SCHOLL, H. J.; ALDAMA, F. A.; PARDO, T. A.; OJO, A.; ESTEVEZ, E.; CHOURABI, H.; GIL-GARCIA, J. R.; ZHENG, L. **Smart Cities and Service Integration**, Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times. 2011.
- [42] NAPHADE, M.; BANAVAR, G.; HARRISON, C.; PARASZCZAK, J.; MORRIS, R. **Smarter Cities and Their Innovation Challenges**, Computer, vol.44, no.6, p. 32-39. 2011.

- [43] OPENSTREETMAP. Disponível em: <http://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: Julho de 2013.
- [44] O'REILLY, T. **What is Web 2.0. Design patterns and business models for the next generation of software.** Disponível em: www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html. Acesso em: Julho de 2013.
- [45] PAUL, A.; CLEVERLEY, M.; KERR, W.; MARZOLINI, F.; READE, M.; RUSSO, S. **Smarter Cities Series: Understanding the IBM Approach to Public Safety**, IBM Redguide Publication. 2011.
- [46] PHP. Disponível em: <http://php.net/index.php>. Acesso em: Julho de 2013.
- [47] POSTGIS - Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL. Disponível em: <http://postgis.net/>
- [48] POSTGRESQL. Disponível em: <http://www.postgresql.org/>. Acesso em Julho de 2013.
- [49] PUJOL, J. M.; SANGÜESA, R.; DELGADO, J. **Extracting Reputation in Multi Agent Systems by Means of Social Network Topology.** Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems, p. 467-474. 2002.
- [50] RUIZ VICENTE, C.; FRENI, D.; BETTINI, C.; JENSEN, C. S. **Location-Related Privacy in Geo-Social Networks.** Internet Computing, vol. 15, issue 3, p. 20-27. 2011.
- [51] RUNKEEPER. Disponível em: <http://runkeeper.com/>. Acesso em: Julho de 2013.
- [52] ASSAR, Said; BOUGHZALA, Imed. **E-Government Evolution Priorities from a Web 2.0 Perspective: An Exploratory Field Study**, *System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on*, vol., no., pp.2072,2081, 7-10 Jan. 2013
- [53] SCELLATO, S.; NOULAS, A.; LAMBIOTTE, R.; MASCOLO, C. **Socio-Spatial Properties of Online Location-Based Social Networks.** In L. A. Adamic, R. A. Baeza-Yates & S. Counts (eds.), ICWSM, : The AAAI Press. 2011.

- [54] SCHAEFER, S.; HARRISON, C.; LAMBA, N.; SRIKANTH, V. **Smarter Cities Series: Understanding the IBM Approach to Traffic Management**, IBM Redguide Publication. 2011.
- [55] SCHAFFERS, H.; KOMNINOS, N.; PALLOT, M.; TROUSSE, B.; NILSSON, M.; OLIVEIRA, A. **Smart cities and the future internet: towards cooperation frameworks for open innovation**. In *The future internet*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg pp. 431 - 446. 2011.
- [56] SHANKAR, P.; HUANG, Y.; CASTRO, P.; NATH, B.; IFTODE, L. **Crowds replace experts: Building better location-based services using mobile social network interactions**. In *PerCom(2012)*20-29.
- [57] SHIN, H.; LEE, J.; HWANG, K. **Separating the Reputation and the Sociability of Online Community Users**. *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, p; 1807-1814. 2010.
- [58] SUMI, H. **IT Footprinting – Groundwork for Future Smart Cities**, *Computer*, vol. 44, no.6, p. 30-31. 2011.
- [59] SUNDARESAN, N. **Online Trust and Reputation Systems**. *Proceedings of the 8th ACM conference on Electronic commerce*, p. 366-367. 2007.
- [60] SUROWIECKI, J. **The Wisdom of Crowds: Why the Many are Smarter than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies, and Nations**. New York: Doubleday. 2004.
- [61] TAN, S. C.; WONG, O. **Location aware applications for smart cities with Google maps and GIS tools**. *Proceedings of the 2006 conference on Advances in Intelligent IT: Active Media Technology 2006*.
- [62] TEACY, W. T. L.; JENNINGS, N. R.; ROGERS, A.; LUCK, M. **A Hierarchical Bayesian Trust Model based on Reputation and Group Behaviour**. *6th European Workshop on Multi-Agent Systems*. 2008.
- [63] TRAYNOR, D.; CURRAN, K. **Location-Based Social Networks**. *Mobile Services Industries, Technologies, and Applications in the Global Economy*. IGI Global, 2013. 243-253
- [64] TWITTER. Disponível em: <<http://www.twitter.com>>. Acesso em: Julho de 2013.

- [65] WANDHÖFER, T.; VAN EECKHAUT, C.; TAYLOR, S.; FERNANDEZ, M. **WeGov Analysis Tools to Connect Policy Makers with Citizens Online**. In tGov Transforming Government Workshop. 2012.
- [66] WAZE. Disponível em: <<http://www.waze.com/>>. Acesso em: Julho de 2013.
- [67] WIKIPEDIA. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/>>. Acesso em: Julho de 2013.

Apêndice A - Questionário Aplicado

O Crowd4City (<http://www.lsi.dsc.ufcg.edu.br/Crowd4City/>) é uma ferramenta que permite que qualquer cidadão exponha suas reclamações ou sugestões em relação a qualquer assunto sobre sua cidade (educação, transporte, segurança, ruas, etc). É um espaço aberto publicamente para que as queixas sejam vistas por qualquer pessoa, assim como qualquer um também pode realizar reclamações - necessitando apenas de um simples cadastro.

* Questões obrigatórias

1 - Você é do sexo: *

- Masculino
- Feminino

2 - Seu grau de instrução: *

- Ensino Fundamental Incompleto
- Ensino Fundamental Completo
- Ensino Médio Incompleto
- Ensino Médio Completo
- Ensino Superior Incompleto
- Ensino Superior Completo
- Pós-graduação Incompleta
- Pós-graduação Completa

3 - Sua profissão: *

4 - Você pertence à faixa etária de: *

- Menor de 18 anos
- Entre 18 e 23 anos
- Entre 24 e 29 anos
- Entre 30 e 35 anos
- Acima de 35 anos

5 - Você mora em sua atual cidade há: *

- 06 meses ou menos
- Entre 06 meses e 2 anos
- Entre 2 e 5 anos
- Entre 5 e 10 anos
- Mais que 10 anos

6 - Qual é o seu grau de satisfação com a cidade em que mora atualmente, em termos de infraestrutura e manutenção? *

- Muito insatisfeito
- Insatisfeito
- Neutro
- Satisfeito
- Muito satisfeito

7 - Quais você julga serem os maiores problemas de sua cidade? *

- Segurança
- Transporte
- Condições das ruas e estradas
- Saúde
- Educação
- Poluição Sonora
- Lixo

- Funcionamento das repartições públicas
- Outros:

8 - Com que frequência você expõe suas insatisfações com a cidade? *

- Raramente
- Com pouca frequência
- Não exponho minhas insatisfações
- Frequentemente
- Sempre que me deparo com um problema

9 - Que meios de comunicação você utiliza para fazer as reclamações? *

- Rádio
- Programas de TV
- Redes sociais
- Ouvidorias Públicas
- Não exponho minhas reclamações em meios públicos
- Outros:

10 - Com que frequência suas reclamações são atendidas? *

- Nunca ou raramente
- Com pouca frequência
- Não exponho minhas reclamações em meios públicos
- Frequentemente
- Sempre

11 - O quão importante você julga ser uma ferramenta como o Crowd4City? *

(Ferramenta alimentada com reclamações e sugestões feitas pelos próprios moradores da cidade, sempre disponível)

- Sem importância
- Pouco importante

- Não possuo opinião
- Importante
- Muito importante

12 - Ao visitar um local estranho, você julga necessário buscar informações sobre o local ou suas melhores rotas de acesso com os seus moradores? *

- Desnecessário
- Pouco necessário
- Não possuo opinião
- Necessário
- Muito necessário

13 - Você confia em informações repassadas a você por cidadãos comuns? Caso alguém comente com você sobre algum problema, dificuldade ou benefícios encontrados em um local, o quão você confia nestas informações?

- Confio se conheço a pessoa que está falando
- Confio se a pessoa que está me falando vive há bastante no local
- Confio se outras pessoas também falarem a mesma coisa
- Confio se outras pessoas também concordarem
- Não considero a opinião de outras pessoas
- Não confio

14 - O quão confiáveis você julga ser as informações encontradas na internet? *

- Nada confiáveis, há muito conteúdo falso
- Pouco confiáveis, não é possível distinguir com facilidade quais informações são corretas ou não
- Não possuo opinião
- Relativamente confiáveis, é possível julgar quais informações provavelmente são falsas/incorrectas pelo teor ou local onde foram publicadas
- Muito confiáveis

15 - O quão confiáveis você julga ser as informações inseridas no Crowd4City? *

(Sistema aberto para qualquer cidadão adicionar informações sobre a cidade com o objetivo de contribuir para melhorias)

- Nada confiáveis, há muito conteúdo falso
- Pouco confiáveis, não é possível distinguir com facilidade quais informações são corretas ou não
- Não possuo opinião
- Relativamente confiáveis, é possível julgar quais informações provavelmente são falsas/incorrectas
- Muito confiáveis

Sobre as operações que o Crowd4City disponibiliza:

16 - O quão importante você julga ser a possibilidade de aplicar filtros textuais ou temáticos?

*

(Filtros que exibem apenas tópicos contendo os termos descritos pelo usuário.)

- Sem importância
- Pouco importante
- Não possuo opinião
- Importante
- Muito importante

17 - O quão importante você julga ser a possibilidade de aplicar filtros temporais ?*

(Filtros que exibem apenas tópicos registrados em uma data ou em um intervalo de tempo.)

- Sem importância
- Pouco importante
- Não possuo opinião
- Importante
- Muito importante

18 - O quão importante você julga ser a possibilidade de aplicar filtros espaciais? *
(Filtros que exibem apenas tópicos registrados em uma área selecionada ou a uma dada distância de outros locais ou pontos de interesse - hotéis, praças, hospitais, entre outros))

- Sem importância
- Pouco importante
- Não possuo opinião
- Importante
- Muito importante

Sobre a ferramenta em geral:

Espaço aberto para sugestões ou comentários sobre a utilização de informações providas por cidadãos ou sobre a ferramenta Crowd4City em si.

Apêndice B - Lista dos Termos e Expressões Associadas a Spam

Apenas R\$	Compre
Curso	Curso Online
Ganhe dinheiro	Hospedagem
Kg	Oferta
Perder peso	Promoção
Renda Extra	Vagas abertas
24 horas	A partir de R\$
Aproveite nossa promoção	Clique aqui
Consulte-nos	Crédito
Curso	Despachamos para todo o Brasil
Detetive	Divulgue sua/seu
Dúvidas conjugais	Confira
Saiba mais	Especialmente para você
Espionagem	Frete grátis
Ganhe dinheiro enviando e-mails	Grampo
Grátis	Hospedagem
Imperdível	Leia mais
Mala direta	Mala direta de e-mail
Não perca tempo	Não responder este e-mail

Para retirar seu e-mail da lista

Perder tempo

Telemarketing

Tenha seu site na Internet

Trabalhar em casa

Venda de lista de e-mails

Instalar

Caro amigo

Oferta grande

Aumentar vendas

Não é Spam

Unsubscribe

*Link para sites cjb.net

* Link para produtos no Mercado Livre

Perder peso

Sigilo absoluto

Tempo limitado

Todos os direitos reservados

Trabalhe em casa

Agora / Já

Felicitações

Para livre

Garantia

Arriscar

Para ser removido

Vencedor

* Link para sites kit.net

* Link para sites hpg