Crowd Sensing Aplicado à Gestão: uma Revisão e Classificação da Literatura

Resumo

À medida que o número de usuários de smartphones aumenta rapidamente em todo o mundo, grande quantidade de dados é gerada, transferida, agregada e analisada. A ubiquidade dos dispositivos móveis e o aumento do tamanho dos dados gerados por sensores e aplicativos levam a novos domínios de pesquisa, entre elas as aplicações de Mobile Crowd Sensing (MCS). MCS são aplicações onde os participantes ou usuários coletam e compartilham informações com o intuito de auxiliar outros usuários na tomada de decisões ou informar sobre os mais diversos acontecimentos. A potencialidade do MCS perpassa pela administração pública para criação de políticas públicas e cidades inteligentes e na área comercial como políticas de marketing para o varejo. O presente trabalho faz uma revisão da literatura sobre as aplicações do MCS aplicado a gestão, procurando evidenciar oportunidades e entendimento neste campo. 40 artigos foram encontrados de analisados, e as mais diversas aplicações foram encontradas e discutidas, entre elas monitoramento ambiental, planejamento de transportes, cidades inteligentes, serviços de saúde, sistemas de recomendação para varejo eletrônico entre outros. As potencialidades deste mercado tanto para criação de cidades inteligente e maior eficácia em marketing direcionado para o varejo eletrônico são evidenciados.

Palavras-chave: Mobile Crowd Sensing (MCS); big data; classificação da literatura

1. Introdução

Com a popularização de dispositivos móveis, como *smartphones*, *laptops*, *netbooks* e *tablet*, bem como cada vez mais poderosas tecnologias móveis, como 4G e Internet das Coisas, as capacidades de comunicação, computação, armazenamento e detecção multimodal deram origem a um novo paradigma de detecção, o chamado Mobile Crowd Sensing (MCS) ou People/Human Centric Sensing (Ganti et al., 2011).

Uma definição formal de MCS é a encontrada em Guo et al. (2015): um novo paradigma sensorial que capacita os cidadãos comuns para contribuir com dados detectados ou gerados a partir de seus dispositivos móveis e agrega e funde os dados na nuvem para extração de inteligência de multidão e entrega de serviços humano-centradas. Do ponto de vista da Inteligência Artificial, o MCS é baseado em um modelo distribuído de resolução de problemas (Brabham 2008)

O MCS aproveita o poder e a sabedoria da multidão, explorando a inteligência humana, a ubiquidade e os recursos de mobilidade. Neste contexto, as pessoas estão habilitadas a contribuir com dados detectados ou gerados a partir de seus dispositivos móveis, permitindo um monitoramento eficiente (em termos de custo e tempo) de fenômenos de grande escala que

não podem ser facilmente medidos ou que de outra forma precisariam investimentos dispendiosos (em termos de hardware e software) (Louta et al. 2016).

Com este fenômeno, uma grande massa de dados é criada a qual reflete comportamento dos usuários (Ghose et al. 2013) ou identificação de problemas potenciais, criando assim um big data e consequentemente oportunidades comercial e/ou de gestão pública.

As aplicações MCS empregam algoritmos adequados de mineração de dados para analisar dados, identificar padrões espaço-temporais, gerar modelos e fazer previsões sobre fenômenos físicos ou sociais observados (Ganti et al., 2011).

Do ponto de vista comercial, os varejistas móveis têm interesse em aprender a otimizar suas campanhas de segmentação. A eficácia da segmentação móvel baseia-se em chegar aos consumidores quando e onde eles são mais receptivos às mensagens de marketing (Andrews et al. 2014). Segundo eBit (2017), em 2016, o mobile abocanhou 21,5% do volume de vendas de e-commerce, uma verdadeira explosão em relação ao ano anterior, quando o m-commerce representou apenas 15% dos canais de comércio (Ebit, 2017), mostrando assim a potencialidade deste mercado e a necessidade de ampliar os estudos nesta área, principalmente no que diz respeito ao envolvimento do usuário da tecnologia. O mercado de comércio eletrônico móvel, m-commerce, tem como diferencial a ubiquidade e neste contexto a eficácia e a eficiência das recomendações são fundamentais. Wang, et al. (2016) argumentam que para fornecer ao usuário um sistema de recomendação de e-commerce preciso em tempo real e uma experiência de compra personalizada, seu processo evolutivo dinâmico exige a coleta das necessidades específicas do usuário e gerenciamento e configuração de mobilidade para cada usuário com demanda do usuário e coleta de dados personalizados do terminal móvel e suas aplicações.

O envolvimento de usuários na atividade de detecção pode ser categorizado em detecção participativa e oportunista. A detecção participativa envolve ativo, enquanto a detecção oportunista envolve a participação passiva dos usuários para contribuir com os dados (Antonic et al., 2016).

O conceito de resolução de problemas via poder da multidão (crowdpowered), segundo Guo et al., (2015) começou quando Surowiecki escreveu um livro intitulado The Wisdom of Crowds (ou sabedoria da multidão) (Surowiecki 2005), onde um fenômeno geral - que a agregação de dados ou informações de um grupo de pessoas muitas vezes resulta em melhores decisões do que as feitas por uma pessoa isolada. Nesta obra o autor identifica quatro qualidades-chave que tornam a multidão inteligente: diversidade em opinião, independência de pensamento, descentralização e agregação de opinião.

Nos últimos anos, com o rápido desenvolvimento das técnicas de detecção de smartphones e Internet móvel, o escopo dos sistemas de resolução de problemas de multidão usando dispositivos móveis foi ampliado. O quadro 1, proposto por Guo et al. (2015) faz um resumo histórico do Crowd-Powered para resolução de problemas.

O MCS coleta os dados de duas fontes: dispositivos móveis e redes sociais. Os dados são coletados dos usuários, bem como dos participantes que compartilham o conhecimento local (Guo et al., 2011). A medida que este fenômeno se difundi tanto no meio comercial quanto na gestão pública uma série de aplicações surge baseada em infraestruturas diversas, na

abordagem, na gestão dos dados etc. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão e classificação da literatura sobre MCS e suas aplicações à gestão.

Conceito	**Definição e Relação**
Crowd wisdom/collective intelligence	a agregação de dados ou informações de um grupo de pessoas muitas vezes resulta em melhores decisões do que as feitas por uma pessoa do grupo.
Crowdsourcing	a prática de obter serviços ou conteúdo necessários, solicitando contribuições de uma multidão de pessoas, especialmente de uma comunidade online.
Participatory sensing	são dadas tarefas para cidadãos comuns e dispositivos móveis complementares para formar redes de sensores participativos para a coleta e compartilhamento de conhecimento local.
Mobile crowd sensing and computing (MCSC)	uma extensão ao conceito de detecção participativa para ter a participação do usuário em todo o ciclo de vida da computação: (1) alavancando a detecção móvel off-line e os dados de mídia social on-line; (2) abordando a fusão da inteligência humana e da máquina tanto no processo de detecção como no processo de computação.

Quadro 1: Histórico do Crowd-Powered para resolução de problemas. Guo et al. (2015)

2. Procedimentos metodológicos

Este trabalho se caracteriza quanto aos fins como exploratório, por se valer de uma busca por organizar conhecimentos acerca das aplicações de Mobile Crowd Sensing (MCS). Quanto aos meios, é uma pesquisa bibliográfica de estudos realizados sobre sistemas de medição de desempenho, publicados no período de 2011 até 2016. O método de pesquisa utilizado para realizar o levantamento bibliográfico é apresentado na Figura 1. No primeiro estágio, foram selecionadas as fontes iniciais em periódicos. Nesta etapa, realizou-se o levantamento no portal de periódicos da CAPES (http://www.periodicos.capes.gov.br/) das publicações relacionadas às áreas de Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Sociais, Engenharias e Multidisciplinar. Foram pesquisadas 11 bases de dados: ACM, CAPES, EBSCOHOST, Emerald, ProQuest, Scielo, Scopus, SPELL, SPRINGER, GALE, Web of Science. No segundo estágio, para a seleção das referências, focou-se na busca por documentos que continham as seguintes palavras-chave no título e/ou no resumo: “crowd sensing” OR “crowdsensing” OR “crowd-sensing”. A partir daí, foram analisados os títulos e os resumos dos artigos encontrados, selecionando-se os que apresentaram relevância para os objetivos do trabalho. O terceiro estágio – seleção de novos documentos – foi utilizado com o intuito de identificar, nas referências bibliográficas dos artigos encontrados no estágio 2, as mais citadas, com o objetivo de inseri-las na classificação, tal como mostra a retroalimentação na Figura 1.

Após este processo, foram identificadas, como relevantes ao tema, 40 abordagens. A partir deste levantamento, foi desenvolvida uma classificação baseada nos seguintes critérios: Aplicação (onde é feito o estudo ou a proposta); Infraestrutura (qual sistema utilizado); tipo de abordagem (se teórica ou prática); país de aplicação; integralidade (referente à incentivo e ou desenvolvimento e incentivo); Gestão dos dados (o que é feito com os dados).

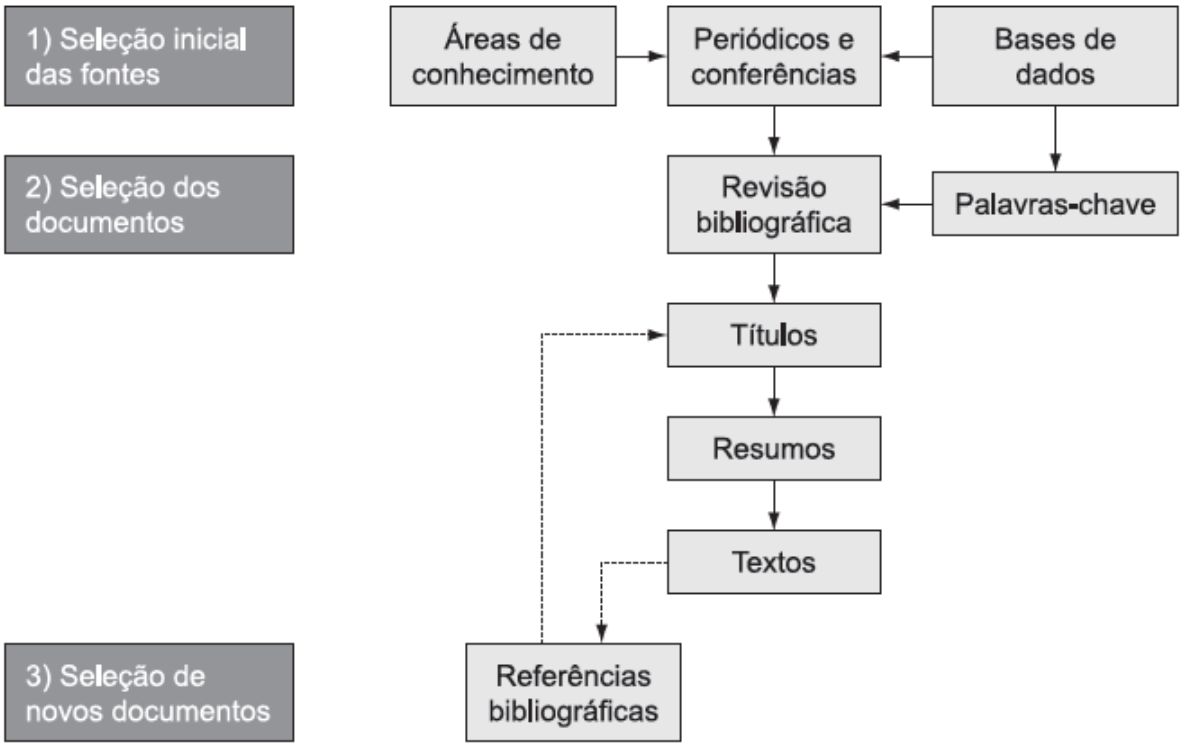


Figura 1: Método de pesquisa bibliográfica utilizado. Adaptado de Villas et al. (2008).

3. Resultado e Discussões

Esta seção expõe de forma resumida as abordagens sobre Mobile Crowd Sensing (MCS) pesquisadas. Discutindo a evolução destas desde 2011 até 2016. A figura 2 apresenta a evolução do interesse acadêmico nos últimos 5 anos sobre o tema, observa-se que o interesse vem crescendo de forma exponencial isso se dá pelo maior desenvolvimento das redes moveis, suas coberturas e dos sistemas de armazenamento e dados evidentemente da maior popularização dos smartphones e internet das coisas (IoT). Com isso uma maior utilização dos dados sensoriados.

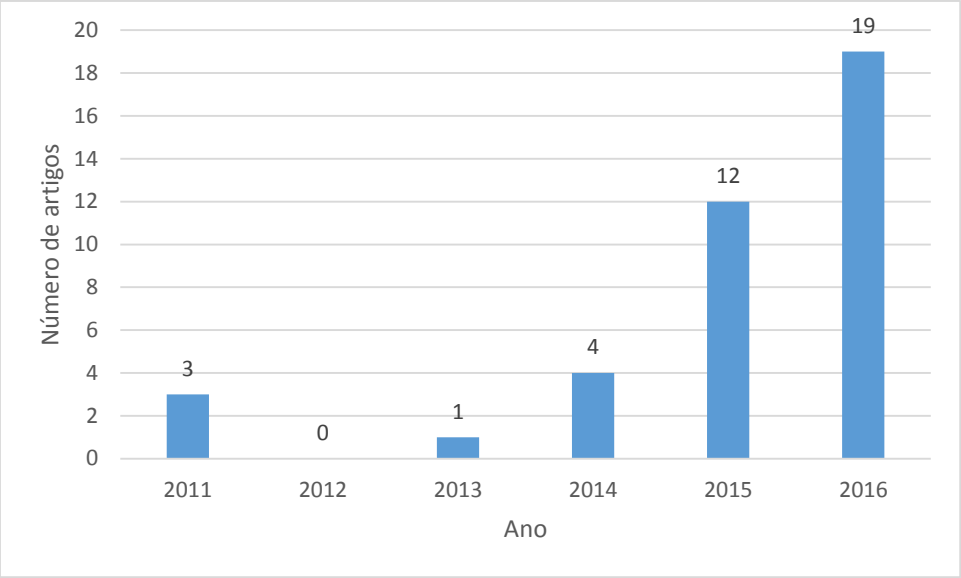


Figura 2: Publicações em periódicos sobre a temática MCS aplicado a gestão 2011-2016.

O quadro 2 apresenta a classificação, dos 40 artigos selecionados, segundo a aplicação, infraestrutura, abordagem, integralidade e gestão dos dados.

Autor	**Aplicação**	**Infraestrutura**	**Abordagem**	**Integralidade**	**Gestão dos Dados**
Schade *et al. (2011)*	Gestão de crises	Twitter e Flickr	prática	Pacotes com preços acessíveis	Captação de dados para criar um Digital Earth. Aplicação e integração de Informações Geográficas Voluntárias (VGI) na Infraestruturas de Dados Espaciais (SDI).
Ganti et al. (2011)	Categoria de aplicações móveis onde indivíduos detectam e compartilham dados e extraem deles informações e mapeiam fenômenos de interesse comum.	Aplicativos que de sensorização	teórica	Coleta colaborativa ou de forma privada	Os dados são armazenados em um banco de dados, em seguida, pode-se aplicar vários algoritmos de mineração no banco de dados para detectar padrões
Zheng e Xie (2011)	Modelo de recomendações de viagens baseado nas preferências dos usuários	GPS	prática	Conta com a participação colaborativa dos usuários para gerar recomendações	Servidores próprios
Loukas et al. (2013)	Gerenciamento de emergências	Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	teórica	Conta com a participação colaborativa dos usuários.	Os dados são armazenados em bases de dados geoespaciais
Bhana et al. (2013)	Gestão dos recursos da cidade	IVR	prática	Dados coletados de forma participativa oportunista	Dados armazenados para futuras melhoria do IVR

Autor	Aplicação	Infraestrutura	Abordagem	Integralidade	Gestão dos Dados
Farkas et al. (2014)	Serviço de informação de transporte público	TrafficInfo	teórica	Cooperação entre humanos e o sistema	Depois de analisar os dados coletados, as atualizações ao vivo são geradas e o TrafficInfo atualiza as informações estáticas com elas.
Cardone et al. (2014)	Segurança pública, transporte e gerenciamento de energia	Geofacing	prática	Através dos vários sensores físicos e lógicos	Os dados são coletados, geridos e selecionados para aperfeiçoamento do Geofacing
Specht (2014)	Tecnologia de sensores para suporte de aprendizagem	estrutura AICHE	teórica	Dados coletados de forma colaborativa	Dados armazenados para futura análise de desempenho
Bulut et al. (2014)	Monitoramento e previsão dos horários de espera de uma cafeteria.	LineKing	prática	Coleta de dados de forma colaborativa	Os dados coletados são armazenados na nuvem, e usados para fornecer uma estimativa precisa do tempo de espera
Csapó et al. (2015)	Tecnologias e aplicativos assistenciais para usuários cegos em plataformas móveis	HiFiVE, See ColOr	teórica	Coleta de dados de forma colaborativa	Os dados coletados são armazenados para fazem melhorias nos sistemas utilizados
Bellavista et al. (2015)	Cidades inteligentes, mobilidade urbana	Cyber Physical Systems (CPS)	prática	Dados captados por redes sociais gratuitas	Os dados são armazenados na nuvem para serem tratados posteriormente
Zhu et al. (2015)	Apresentam um survey sobre tratamento de dados coletados	Big Data	teórica	Sensorização e captação de dados pelos Hardwares	Big Data
Perera et al. (2015)	Internet das Coisas (IoT)	CMOSDEN (Context-aware Mobile Sensor Data ENgine)	teórica	Captação de dados a qualquer hora, em qualquer lugar, com qualquer coisa e qualquer um, usando qualquer rede e qualquer serviço	Dados armazenados na nuvem para análise e decisão posterior
Tsapeli; Musolesi (2015)	Causalidade sobre o comportamento humano	StudentLife	prática	Coleta de dados por smartphones	Os autores utilizam uma abordagem quase experimental para realizar a pesquisa e o estudo concentra-se em uma aplicação e não uma proposta de gestão de dados
Hu et al. (2015)	Detecção de tráfego das estradas (SmartRoad)	Driver-Assistance Systems	prática	Detecção de dados participativa coletados de sensores GPS de smartphones no veículo	Dados armazenados e usados para muitos sistemas de condução assistida ou de navegação
Sawand et al. (2015)	Monitoramento de pessoas voltada para serviços de saúde	eHealthcare	teórica	Coleta de dados de forma colaborativa	Dados armazenados na nuvem para análise e decisão posterior
He et al. (2015)	Privacidade dos usuários e confiabilidade dos dados no MCS	MCS	teórica	Coleta de dados de forma colaborativa ou por meio de incentivos econômicos	Dados vão para o servidor de aplicativos gerenciado pelo operador MCS.
Guo et al. (2015)	Proposta de uma plataforma geral para diferentes tipos de	Redes Sociais Móveis (MSN)	teórica	Coleta de dados de forma colaborativa	Agrega e funde os dados na nuvem para extração futura de inteligência

Autor	Aplicação	Infraestrutura	Abordagem	Integralidade	Gestão dos Dados
	aplicativos e serviços que podem ser habilitados pelo MCSC.				
Hu et al. (2015)	Sistema de detecção de estradas que detecta e identifica reguladores de trânsito, semáforos e sinais de parada.	SmartRoad via GPS	prática	Participação colaborativas do usuários	Dados armazenados na nuvem
Miao et al. (2015)	Estrutura de coleta e preservação de privacidade, para sistemas de detecção de multidões	Privacy-Preserving Truth Discovery (PPTD)	prática	Participação colaborativa	Dados armazenados na nuvem
Angelopoulos et al. (2015)	Elaboração e avaliação de mecanismos de incentivo do MCS	MEDUSA	teórica	Políticas de Incentivo que variam de acordo com o usuário	Dados vão dos diversos smartphones direto para a nuvem
Pouryazdan et al. (2016)	Captação de dados para Cidades Inteligentes e modelos de incentivo	XMPP	prática	Dados captados de forma participativa	Dados armazenados na nuvem para análise e decisão posterior
Sakr e Elgammal (2016)	Monitoramento de pacientes e armazenamento desses dados	SmartHealth	teórica	Coleta de dados de forma colaborativa	Os dados são coletados, armazenados na nuvem, processados nela, enviados a um centro de observação, e com as informações mais relevantes, faz-se um melhoramento nos programas de coleta de dados
Pticek *et al*. (2016)	Comunicação entre máquinas - FB	Human-Agent Collectives (HAC)	teórica	Cooperação entre humanos e o sistema	Os autores propõe a utilização da WEB 2.0 de onde extraem e produzem os dados
Wang et al. (2016a)	Recomendação de comércio eletrônico	Velocity Energy-efficient e Link-Cluster-Tree (VELCT)	prática	Coleta de dados cooperativa	Há a estrutura de rede de sinal de coleta e reencaminhamento com uma única porta, porta dupla e porta múltipla no terminal.
Tripathi et al. (2016)	Melhoria no sistema de apoio à decisão (SAD)	Subject Matters Experts (SME) e ID-Mapping e Data Fusion	prática	Coleta de dados por smartphones	Collect Real-time Data from Communications sources such as GPS, WiFi, Cellular network, Satellite etc.
Yu et al. (2016)	Previsão de mobilidade	Markov (Markov-MHMP)	prática	Coleta de dados por smartphones	Dados armazenados para análise e decisão posterior
Yang et al. (2016)	Desenvolvimento de redes marítima de comunicação	Multidão de redes de detecção (CSNs)	teórica	Dados coletados por sensores funcionais instalados nos navios	Esquema de transmissão de cooperação de dados entre navios que o navio de hospedagem decide qual caixa de lançamento de DTN para armazenar os dados, e quando um navio chega.
Li et al. (2016)	Detecção de multidão móvel (MCS)	Dispositivos móveis	prática	Promoção de segurança e privacidade de dados	Sistema próprio para garantir privacidade e anonimato baseado em blacklistability, nonrepudiation e unlinkability.

Autor	Aplicação	Infraestrutura	Abordagem	Integralidade	Gestão dos Dados
McNamara e Ngai (2016)	Estudo do comportamento e estado mental do ser humano baseado na sazonalidade das estações	SADHealth - sistema de detecção pessoal	prática	Coleta de Dados colaborativa por um aplicativo para smarphones	Servidor backend para suportar o armazenamento e análise de dados com base nos dados coletados
Regalia et al. (2016)	Capacitação dos cidadãos para coletar e compartilhar informações sobre o meio ambiente	GeoTracer	prática	Coleta de dados de forma colaborativa	Armazenamento de dados espaço-temporal
Pei et al. (2016)	Percepção da multidão - móvel	Sistemas de Satélites de Navegação Globais (GNSS)	teórica	Coleta de dados por participação voluntária	Dados armazenados na nuvem
Guo et al. (2016)	Crowdsensing voltada para formação e interação de grupos na organização	MobiGroup	prática	Participação colaborativas do usuários	usa-se o SQLite como banco de dados para armazenamento de dados ARC
Wang et al. (2016b)	Sistema de detecção de multidões	Dispositivos móveis com sensores	prática	Detecção de dados participativa	Todas as trajetórias são armazenadas em um banco de dados MySQL geográfico
Talasila et al. (2016)	Incentivos de multidão	McSense	prática	Detecção por jogos móveis e micropagamentos	Dados armazenados no banco de dados Derby
Liu et al. (2016a)	Incentivo à captação de dados baseado na teoria econômica dos jogos	DTN	prática	Trade off entre custo e lucro para fornecer dados	Dados armazenados para futuras utilizações
Luo et al. (2016)	Leilão de salários p/ incentivar os agentes a atuar no interesse do diretor, maximizar o lucro	All-pay auction	teórica	Leilão de salários como forma de incentivo colaborativo	Dados enviados para banco de dados
Liu et al. (2016b)	Incentivos para coleta de dados efetivos	iCal, LiFS, vCity Map, etc.	prática	Coleta de dados por cooperação ou individual	Dados enviados para banco de dados
Zhang e Yang (2016)	Mecanismos de incentivo para MCS	aplicativo Budburst Mobile - CityPoker, CityExplorer	teórica	incentivado por entretenimento, serviço e dinheiro	Dados coletados vão para um Banco de Dados
Delgado-Segura et al. (2016)	Comportamento do usuário nos desafios da participação no MCS	PaySense	teórica	Participação baseada no grau de segurança e privacidade	Os dados captados são armazenados na rede BitCin peer to peer (P2P)

Quadro 2: Classificação dos 40 artigos encontrados na revisão sobre crowd sensing aplicado à gestão

Os estudos classificados neste estudo como teóricos, não são necessariamente puramente teóricos, alguns apresentam exemplos de aplicações, como por exemplo Schede et al., (2011) que cita um exemplo aplicado por Longueville et al. (2010) ou simulação como por exemplo Yang et al., (2016) e Luo et al. (2016b). Alguns artigos são de fato puramente teóricos como por exemplo Ganti et al. (2011) que fazem um apanhando geral da época sobre aplicações MCS e discutem sua utilidade no contexto indivíduos empresas. A maioria (55%) das abordagens foram de cunho prático com coleta de dados reais.

Do ponto de vista técnico a infraestrutura utilizada ou proposta nos artigos é a mais diversa. A maioria utiliza alguma parte nas nuvens, mas alguns tomam como suporte GPS (Hu et al., 2015; Zheng e Xie (2011), redes sociais (Schade et al., 2011) entre outros. Praticamente todas as abordagens propõem algum tipo de infraestrutura para coleta, gestão e/ou armazenamento dos dados por exemplo, Regalia et al. (2016) propõem o aplicativo GeoTracer, uma estrutura para monitoramento ambiental, aplicando o crowd sensing para demonstrar que os sensores ambientais (por exemplo, temperatura, pressão, umidade, magnetismo, iluminação e áudio) podem ajudar a determinar uma mudança de ambiente (por exemplo, mudança de interiores para o exterior ou mudanças de piso dentro dos edifícios) com mais precisão do que as tecnologias de posicionamento típicas (Por exemplo, sistema de satélite de navegação global, Wi-Fi, etc.). Além disso, os autores demonstram que cada um desses sensores contribui com uma quantidade diferente de dados para detectar eventos. Por exemplo, a iluminância tem o maior ganho de informações ao tentar detectar mudanças entre o interior e o exterior. Com isso os autores sugerem classificadores para determinar as atividades que um lugar pode prover em diferentes horários (por exemplo, bom para estudar ou não, campos de basquete em uso ou vazios) com base em assinaturas semânticas orientadas por sensor.

Em termos de integralidade da proposta, Schade et al. (2011) apresenta blocos de construção centrais para o sistema de Digital Earth, que é necessário para desenvolver a próxima geração de infra-estruturas de informação (geoespaciais). Computacionalmente Schade et al., (2011) entre outros Relationa database systems, Scalable NoSQL Data Storage e Cloud-based Storage.

Reflexões acerca do tratamento dos dados coletados em MCS é foco de alguns estudos como por exemplo Tsapeli e Musolesi (2015). Os autores argumentam que a maior parte dos trabalhos tem focada na detecção de correlação em vez de causalidade entre dados extraídos de smartphones. Para eles, a pura análise de correlação não oferece uma compreensão suficiente do comportamento humano. Além disso, a análise de causalidade pode permitir aos cientistas identificar fatores que causam um efeito causal sobre problemas de saúde e bem-estar, como obesidade, estresse, depressão e assim por diante e sugerir ações para lidar com eles. Entretanto, os autores admitem que a detecção de relações causais neste tipo de dados observacionais é desafiadora, pois, em geral, os sujeitos não podem ser expostos aleatoriamente a um evento.

A preocupação com questões de privacidade e segurança é um tema tratado na maioria dos estudos. Por exemplo He et al. (2015) e Loukas et al. (2013), este último trata da utilização do MCS na gestão de emergências, como primeiros socorros, no entanto, a geração de dados, segundo os autores desperta a necessidade de atenção as ameaças cibernéticas à comunicação, detecção e gerenciamento destas informações. Li et al., (2016) propõem um esquema de autenticação anônima prático baseado em blacklist em que os usuários podem fazer uso de um ambiente anônimo e compartilhar suas informações sem se preocupar com qualquer vazamento de informação.

As aplicações em cidades inteligentes são as mais expressivas, vão desde monitoramento de trânsito (Farkas et al. 2014; Hu et al. 2015; Yu et al. 2016) a segurança pública (Cardone et al. 2014). No contexto de cidades inteligentes, Pouryazdan et al. (2015) discutem como incentivar os usuários a participar na detecção distribuída destacando confiabilidade dos dados de como um grande desafio, técnicas de incentivo ao MCS são bastante exploradas nos artigos mais recentes como Zhang e Yang (2016), Delgado-Segura et al. (2016) e Angelopoulos et al. (2015). Para incentivar os usuários alguns autores trabalham com o desenvolvimento de a algoritmos

para gerar recompensas e atribuições de tarefas (Liu, et al., 2016b; Miao et al., 2015; Wang, Wang et al., 2016). A maior preocupação em *MCS* é a seleção de participantes e a qualidade dos dados obtidos (Angelopoulos, et al, 2015). O serviço ainda usa novas formas de motivação além dos motivadores intrínsecos (Talasila, et al., 2016), nos quais se inclui a gamificação (Liu et al., 2016; Talasila et al., 2016).

A internet das coisas (IoT) além de ser uma realidade com grande potencial, é relacionada diretamente com o MCS. Grande parte dos autores pesquisados tratam dela ou citam. Por exemplo, Perera et al. (2015) propões um módulo com conhecimento de atividade capaz de reconhecer seis atividades diferentes: 1) movimento em um veículo, 2) andar de bicicleta, 3) caminhadas, 4) corridas, 5) repouso (não em movimento), 6) inclinação (queda). Neste caso, os usuários podem combinar essas atividades para criar diferentes tipos de consultas, assim com empresas podem utilizar estes dados para oferecer serviços e produtos de forma contextual.

No contexto comercial Bulut et al. (2014), abordam o MCS como forma de gestão de serviço em uma cafeteria. Serviços de saúde, os chamados eHealthcare são bastante explorados no MCS (Sawand et al. 2015; Perera et al. 2015; Sakr e Elgammal, 2016), abordagens ligadas a cuidado com idosos em termos de monitoramento, pessoas com algum problema de saúde que necessita de monitoramento constante, entre outros. Zheng e Xie (2011) propõem um modelo baseado em HITS (Hypertext Induced Topic Search) para inferir o nível de interesse de uma localização e a experiência de viagem de um usuário (conhecimento). Wang, et al., (2016a) propões um sistema a fim de melhorar a baixa precisão dos sistemas de recomendação em e-commerce e garantir o gerenciamento de localização em tempo real, utilizando a coleta de dados e o controle cooperativo integrado do sistema de recomendação de comércio eletrônico para o MCS.

Embora alguns estudos tenham explorado as diferentes dimensões do comportamento humano no contexto de tecnologias e serviços baseados em MCS, há uma falta de estudos que conectam os estudos existentes realizados em silos e os fundamentam em uma estrutura que explica a dinâmica de comportamento humano (AGARWAL ET AL., 2017).

Portanto, privacidade e segurança devem ser cuidadosamente consideradas. Caso contrário, os usuários de smartphones não estarão dispostos a compartilhar seus dispositivos e dados subsequentes com outros.

4. Considerações finais

Este estudo realizou uma revisão sistemática da literatura para identificar as aplicações do Mobile Crowd Sensing (MCS) para a gestão, com a finalidade de identificar as tendências de estudos e as lacunas a serem exploradas neste campo. Como potencialidade pode-se destacar a utilização da internet das coisas (IoT) o que já vinha sendo destacado por Ganti et al. (2011). No ponto de vista comercial, a IoT tende a representar um ganho significativo em termos de aplicação, juntamente com os sistemas de recomendação para varejo e serviços online o que vem crescendo na literatura. Entretanto, a revisão mostrou que a maior parte das aplicações está voltada para o desenvolvimento de cidades inteligentes e sensoriamento urbano, sendo de qualquer forma um grande potencial gerencial para governos e empresas interessadas em serviços e/ou produtos nesta área. Com o recente aumento do MCS, a percepção da dinâmica

urbana tornou-se possível e tem recebido mais atenção de grandes empresas, sociedades e de pesquisa acadêmica.

O levantamento destacou ainda aplicações no monitoramento do meio ambiente, a natureza participativa e móvel do MCS fornece uma nova maneira de monitorar o meio ambiente, como a preservação da natureza e a medição da poluição. Planejamento de transporte e tráfego, dados de crowd sensing em áreas urbanas podem ser usados para previsão de trânsito, projeto de sistemas de transporte público, planejamento de viagens, entre outros. Sensação de dinâmica urbana. A consciência da localização do usuário suporta muitas aplicações móveis individuais e emergentes, incluindo pesquisa de localização, publicidade baseada em localização (disseminação de cupons eletrônicos em um mercado), posicionamento interno, e assim por diante. Com base na riqueza de dados coletados dos sistemas MCS, uma série de técnicas e serviços de recomendação social móvel podem ser habilitada, incluindo recomendação de lugar/amigo, planejamento de itinerário e sugestão de serviço/atividade. Cuidados com saúde também figuram com ampla aplicação do MCS, isso vai ao encontro do envelhecimento da sociedade, no qual os cuidados com saúde tornam-se um desafio cada vez maior. Com base na riqueza de dados coletados dos sistemas MCS, uma série de serviços de monitoramento e gerenciamento de saúde podem ser habilitados.

O MCSC aprimorará ou criará inúmeras áreas de aplicação, como monitoramento do meio ambiente, transporte inteligente, detecção urbana, recomendação social móvel, e assim por diante. De uma forma geral, os estudos têm destacado fatores éticos, como a segurança dos dados e a privacidade dos usuários, devem ser os blocos de construção fundamentais para o MCS. Com isso, o sucesso do MCS depende do uso do conhecimento multidisciplinar, incluindo ciências sociais, ciências cognitivas, economia, ciência da computação e assim por diante. Isso deve ser considerado no projeto de técnicas e sistemas MCS (Guo et al. 2015).

Referências

Agarwal N., Chauhan S., Kumar Kar A., Goyal S., (2017) Role of human behaviour attributes in mobile crowd sensing: a systematic literature review, Digital Policy, Regulation and Governance, 19 (2),168-185,

Andrews, M., Luo, X., Fang, Z., & Ghose, A. (2014). Mobile crowdsensing. Marketing Science forthcoming. Fox School of Business Research, 15-40.

Angelopoulos, C. M., Nikoletseas, S., Raptis, T. P., & Rolim, J. (2015). Design and evaluation of characteristic incentive mechanisms in Mobile Crowdsensing Systems. Simulation Modelling Practice and Theory, 55, 95-106.

Antonic, A., Marjanovi´ c, M., Pripuži ´ c, K. and Žarko, I.P. (2016), "A mobile crowd sensing ecosystem enabled by CUPUS: cloud-based publish/subscribe middleware for the internet of things", Future Generation Computer Systems, Vol. 56, pp. 607-622.

Bhana, B., Flowerday, S., & Satt, A. (2013). Using participatory crowdsourcing in South Africa to create a safer living environment. International Journal of Distributed Sensor Networks, 9(11), 907196.

Brabham, D. C.. (2008). Crowdsourcing as a model for problem solving: An introduction and cases. Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies 14, 1, 75–90.

Bellavista, P., Corradi, A., Foschini, L., & Ianniello, R. (2015). Scalable and cost-effective assignment of mobile crowdsensing tasks based on profiling trends and prediction: The participact living lab experience. Sensors, 15(8), 18613-18640.

Bulut M. F., Yilmaz Y. S., Demirbas M., Ferhatosmanoglu N., Ferhatosmanoglu H., (2014) Lineking: Crowdsourced line waittime estimation using smartphones, in Mobile Computing, Applications, and Services. Springer, 2013, pp. 205–224.

Cardone, G., Cirri, A., Corradi, A., & Foschini, L. (2014). The participact mobile crowd sensing living lab: The testbed for smart cities. IEEE Communications Magazine, 52(10), 78-85.

Csapó, Á., Wersényi, G., Nagy, H., & Stockman, T. (2015). A survey of assistive technologies and applications for blind users on mobile platforms: a review and foundation for research. Journal on Multimodal User Interfaces, 9(4), 275-286.

De Longueville B, Luraschi G, Smits P, Peedell S, De Groeve T (2010) Citizens as sensors for natural hazards: a VGI integration workflow. Geomatica 64(1):41–59

Delgado-Segura, S., Tanas, C., & Herrera-Joancomartí, J. (2016). Reputation and Reward: Two Sides of the Same Bitcoin. Sensors, 16(6), 776.

E- bit, 2017 E- bit (2017). Relatório Webshoppers. Ed 34. Retirado de http://img.ebit.com.br/webshoppers/pdf/34_webshoppers.pdf.

Farkas, K., Nagy, A. Z., Tomás, T., & Szabó, R. (2014). Participatory sensing based real-time public transport information service. In Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2014 IEEE International Conference on (pp. 141-144). IEEE.

Ganti, R. K., Ye, F., & Lei, H. (2011). Mobile crowdsensing: current state and future challenges. IEEE Communications Magazine, 49(11).

Ghose A, Goldfarb A, Han SP (2013) How is the mobile internet different? Search costs and local activities. Info. Sys. Res. 24:613–631.

Guo, B., Chen, H., Yu, Z., Xie, X., Huangfu, S., & Zhang, D. (2011). FlierMeet: a mobile crowdsensing system for cross-space public information reposting, tagging, and sharing. IEEE Transactions on Mobile Computing, 14(10), 2020-2033.

Guo, B., Wang, Z., Yu, Z., Wang, Y., Yen, N. Y., Huang, R., & Zhou, X. (2015). Mobile crowd sensing and computing: The review of an emerging human-powered sensing paradigm. ACM Computing Surveys (CSUR), 48(1), 7.

He, D., Chan, S., & Guizani, M. (2015). User privacy and data trustworthiness in mobile crowd sensing. IEEE Wireless Communications, 22(1), 28-34.

Hu, S., Su, L., Liu, H., Wang, H., & Abdelzaher, T. F. (2015). Smartroad: Smartphone-based crowd sensing for traffic regulator detection and identification. ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN), 11(4), 55.

Liu, X., Ota, K., Liu, A., & Chen, Z. (2016a). An incentive game based evolutionary model for crowd sensing networks. Peer-to-Peer Networking and Applications, 9(4), 692-711.

Liu, X., Dong, M., Ota, K., Hung, P., & Liu, A. (2016b). Service pricing decision in cyber-physical systems: insights from game theory. IEEE Transactions on Services Computing, 9(2), 186-198.

Louta, M., Mpanti, K., Karetsos, G., & Lagkas, T. (2016). Mobile crowd sensing architectural frameworks: A comprehensive survey. In Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), 2016 7th International Conference on (pp. 1-7). IEEE.

Luo, T., Das, S. K., Tan, H. P., & Xia, L. (2016). Incentive mechanism design for crowdsourcing: An all-pay auction approach. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST), 7(3), 35.

McNamara, L., & Ngai, E. (2016). SADHealth: A Personal Mobile Sensing System for Seasonal Health Monitoring. IEEE Systems Journal.

Miao, C., Jiang, W., Su, L., Li, Y., Guo, S., Qin, Z., ... & Ren, K. (2015). Cloud-enabled privacy-preserving truth discovery in crowd sensing systems. In Proceedings of the 13th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (pp. 183-196). ACM.

Pei, L., Zhang, M., Zou, D., Chen, R., & Chen, Y. (2016). A survey of crowd sensing opportunistic signals for indoor localization. Mobile Information Systems.

Perera, C., Talagala, D. S., Liu, C. H., & Estrella, J. C. (2015). Energy-efficient location and activity-aware on-demand mobile distributed sensing platform for sensing as a service in iot clouds. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2(4), 171-181.

Pticek, M., Podobnik, V., & Jezic, G. (2016). Beyond the Internet of Things: The Social Networking of Machines. International Journal of Distributed Sensor Networks, 12(6), 8178417.

Pouryazdan, M., Kantarci, B., Soyata, T., & Song, H. (2016). Anchor-assisted and vote-based trustworthiness assurance in smart city crowdsensing. IEEE Access, 4, 529-541.

Raghu Ganti, Fan Ye, Hui Lei, (2011). Mobile crowdsensing: current state and future challenges", IEEE Communications Magazine, 49 (11), 32-39.

Regalia, B., McKenzie, G., Gao, S., & Janowicz, K. (2016). Crowdsensing smart ambient environments and services. Transactions in GIS, 20(3), 382-398.

Sakr, S., & Elgammal, A. (2016). Towards a comprehensive data analytics framework for smart healthcare services. Big Data Research, 4, 44-58.

Sawand, A., Djahel, S., Zhang, Z., & Nait-Abdesselam, F. (2015). Toward energy-efficient and trustworthy eHealth monitoring system. China Communications, 12(1), 46-65.

Schade, S., Díaz, L., Ostermann, F., Spinsanti, L., Luraschi, G., Cox, S., ... & De Longueville, B. (2013). Citizen-based sensing of crisis events: sensor web enablement for volunteered geographic information. Applied Geomatics, 5(1), 3-18.

Specht, M. (2014). Sensor technology for learning support. Bulletin of the IEEE Technical Committee on Learning Technology, 16(2/3), 1.

Surowiecki J. (2005). TheWisdom of Crowds:Why the Many Are Smarter Than the Few andHow Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations. Knopf Doubleday Publisher.

Talasila, M., Curtmola, R., & Borcea, C. (2016). Crowdsensing in the Wild with Aliens and Micropayments. IEEE Pervasive Computing, 15(1), 68-77.

Tripathi, G., & Singh, D. (2016). Heterogeneous Crowd-Sourcing and Data Fusion Model for Disaster Management Services. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 83(2), 312.

Tsapeli, F., & Musolesi, M. (2015). Investigating causality in human behavior from smartphone sensor data: a quasi-experimental approach. EPJ Data Science, 4(1), 24.

Villas, m. V.; Van Aduard Macedo-Soares, T. D. L.; Russo, G. M. bibliographical research method for business administration studies: a model based on scientific journal ranking. Brazilian Administration Review, v. 5, n. 2, p. 139-159, 2008.

Wang, J., Deng, W. M., & Yin, X. Y. (2016a). Electronic commerce recommendation mobile crowd system based on cooperative data collection and embedded control. EURASIP Journal on Embedded Systems, 2016(1), 3.

Yang, T., Yang, C., Feng, H., & Deng, R. (2016). Perceiving who and when to leverage data delivery for maritime networks: An optimal stopping view. Peer-to-Peer Networking and Applications, 9(4), 656-669.

Zhang, X., Yang, Z., Sun, W., Liu, Y., Tang, S., Xing, K., & Mao, X. (2016). Incentives for mobile crowd sensing: A survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 18(1), 54-67.

Zheng, Y.; Xie, X,. (2011). Learning travel recommendations from user-generated GPS traces. ACM Transactions on Intelligent System Technologies 2, 1, Article 2, 29 pages.

Zhu, X., An, J., Yang, M., Xiang, L., Yang, Q., & Gui, X. (2016). A Fair Incentive Mechanism for Crowdsourcing in Crowd Sensing. IEEE Internet of Things Journal, 3(6), 1364-1372.