

A INTERNET DAS COISAS APLICADA ÀS CIDADES INTELIGENTES

Artigo para a Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II

Bruno Schoralick PINTO

Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

Wander Antunes GASPAR

Resumo: A Internet das Coisas relaciona o mundo real e o mundo digital, onde entidades físicas passam a ter uma única identidade digital. Desta forma, estes objetos estão interligados com outras entidades do mundo virtual, criando o meio necessário para haver a troca de informação e interação entre eles. Vale lembrar que o uso intenso da tecnologia automatiza e integra algumas das atuais operações que são efetuadas de forma manual na indústria e no comércio. A base para o surgimento e expansão das Internet das Coisas são as novas Tecnologias da Informação e Comunicação, que possibilitam o desenvolvimento de soluções inovadoras como a implantação de sensores em objetos que viabilizam a construção de cidades inteligentes e que as diferenciam das cidades digitais. Diante disto, o estudo proposto tem por objetivo identificar e analisar os desafios, complexidades, tendências e oportunidades relacionadas às cidades inteligentes.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Mundo Digital; Tecnologias da Informação e Comunicação; Cidades Inteligentes; Cidades Digitais.

1 INTRODUÇÃO

Com a finalidade de facilitar o compartilhamento de forma mais ágil de recursos como softwares, impressoras e *scanners*, independente da distância entre esses meios e os usuários, foi criado o conceito de rede. Durante a guerra fria, na década de 1950, militares americanos criaram a *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) ou Agência de Projetos de Pesquisas Avançadas, cuja função era liderar as pesquisas de ciência e tecnologia aplicáveis às forças armadas (EDWARDS, 1996). As verbas destinadas pelo governo dos Estados Unidos às pesquisas militares no início da Guerra Fria, por exemplo, foram cerca de trinta vezes maiores do que no período anterior à II Guerra Mundial, e representavam 90% de toda a verba federal de pesquisa e desenvolvimento (EDWARDS, 1996, p. 52).

Em 1966, o *Information Processing Techniques Office* (IPTO) começou a elaborar um projeto para interligar diferentes computadores em rede, objetivando otimizar o uso dos seus recursos e desenvolver as técnicas de comunicação de dados (ABBATE, 2000, p. 46). Em 1969 foi consolidada a criação da ARPANET. Com o decorrer dos anos a ARPANET foi sendo ampliada atingindo também a rede acadêmica. Em 1971 surgiu o modelo experimental do e-mail, fazendo assim uma ampliação dos recursos e a utilidade

das redes. Dois anos depois foram criadas as primeiras conexões internacionais. Durante esse período surgiram outras redes paralelas que futuramente se juntaram a ARPANET. No começo da década de 80 a ARPANET se separou da parte militar, impulsionando assim a grande rede. Foi quando surgiram os primeiros domínios e passou a ser conhecida como Internet, mas a grande popularidade da internet aconteceu nos anos 90 com o surgimento do modelo de endereçamento *World Wide Web* (WWW). Em 1991 foi criado por cientistas o serviço de endereços, tornando mais cordial e simples a navegação (EDWARDS, 1996).

Carissimi (2009) explica que uma rede pode ser caracterizada como um conjunto de sistemas de processamento de informação interligados através de um sistema de comunicação que permite a troca de informações entre eles.

Duquennoy (2009) informa que futuramente muitos objetos do dia a dia, como relógios, óculos, lâmpadas, dentre outros, brevemente estarão conectados diretamente a internet, surgindo a Internet das Coisas que traz oportunidades de novo projetos baseados em aplicações interativas que além de conter informações estáticas, conterão informação em tempo real referentes aos objetos do mundo físico.

Relata Kevin (2009) que o termo Internet das Coisas foi proposto como título de uma apresentação realizada na *Procter & Gamble* em 1999 para descrever um sistema em que a Internet estaria conectada ao mundo físico através de sensores onipresentes. Apresentava, portanto, uma importante visão que dez anos depois fez com que este termo se tornasse um título bastante utilizado.

Na visão Bartleson (2014) a Internet das Coisas promete ser uma das maiores revoluções tecnológicas que a humanidade já viu. Este fenômeno está em constante evolução e vem invadindo pouco a pouco a vida de todos. Podendo ser dividido em quatro áreas de conveniência: dispositivos portáteis, casa inteligentes e seus aparelhos, veículos conectados e cidades inteligentes.

A pesquisa proposta neste trabalho se justifica por evidenciar uma questão importante na compreensão das cidades inteligentes, que consiste em descrever as diferenças em relação a outras formas de espaços digitais, ou seja, a cidade digital e os ambientes inteligentes. Todas as cidades inteligentes são cidades digitais, mas nem todas as cidades digitais são inteligentes. A diferença está na resolução de problemas de capacidade de cidades inteligentes, enquanto que a capacidade das cidades digitais é na prestação de serviços por meio da comunicação interagindo com o cidadão (KOMNINOS, 2009).

2 CIDADES INTELIGENTES: CONCEITO E DEFINIÇÃO

O desempenho urbano na atualidade não depende apenas da infraestrutura e dotação da cidade, mas também, e cada vez mais, da disponibilidade e da qualidade da comunicação do conhecimento e da infraestrutura social, capital intelectual e o capital social. O capital intelectual e o capital social são decisivos para a competitividade urbana. É neste contexto que o conceito de cidade inteligente foi introduzido como um dispositivo estratégico para abranger fatores de produção urbana moderna em um quadro comum e para destacar a crescente importância da Tecnologias de Informação e Comunicação, o capital social e ambiental em perfis a competitividade das cidades. O significado destes dois ativos, o capital social e ambiental, em si vai um longo caminho para distinguir cidades inteligentes de suas contrapartes e traçar uma linha clara entre elas, que são conceituadas como cidades digitais quanto cidades inteligentes. Vale lembrar que os conceitos de cidades inteligentes têm sido usados como um novo conceito de marketing por empresas e cidades (CARAGLIU *et al.*, 2009).

Na visão de Caragliu *et al.* (2009) uma cidade pode ser definida como “cidade inteligente” quando os investimentos em capital humano, social, tradicional, moderno, infraestrutura, comunicação, desenvolvimento econômico sustentável, qualidade de vida, gestão dos recursos naturais ocorrem por meio de uma ação participativa e engajamento dos cidadãos. O conceito de cidade inteligente significa, essencialmente, a eficiência. Mas a eficiência com base na gestão inteligente e nas Tecnologias da Informação e Comunicação integradas com a participação ativa do cidadão. Isto implica em um novo tipo de governança, na participação efetiva dos cidadãos nas políticas públicas.

As cidades inteligentes também foram definidas como territórios que trazem inovação através das Tecnologias de Informação e Comunicação dentro da mesma localidade. O *Intelligent Community Forum* (2006), Fórum Comunidade Inteligente, desenvolveu uma lista de indicadores que fornecem uma estrutura para a compreensão de como as comunidades e regiões podem ganhar uma vantagem competitiva na economia de banda larga de hoje. Em uma Cidade Inteligente é necessária uma combinação de:

- Implantação significativa de comunicações de banda larga para as empresas, instalações governamentais e residências;
- Educação eficaz, treinamento e força de trabalho capaz de realizar trabalho de conhecimento;

- Políticas e programas que promovam a democracia digital acabando com a exclusão digital para garantir que todos os setores da sociedade e dos cidadãos se beneficiem da revolução da banda larga;
- Inovação nos setores público e privado e os esforços para a criação de clusters econômicos e do capital de risco para financiar o desenvolvimento de novos negócios;
- Desenvolvimento econômico de marketing eficaz que utiliza a banda larga da comunidade para atrair empregos e investimentos.

Caragliu *et al.* (2009) pontua que as condições estruturais essenciais advêm de um modelo de planejamento urbano integrado a capacidade de inovação e a estreita cooperação e aceitação entre todas as partes interessadas, bem como acesso suficiente que promove a participação e a integração abrangente dos aspectos sociais da vida urbana.

Para Jump (2007) o conceito de cidade inteligente como o próximo estágio no processo de urbanização tem se evidenciado na área política nos últimos anos, com o objetivo de estabelecer uma distinção entre os termos cidade digital e cidade inteligente. Seu foco principal é ainda sobre o papel da infraestrutura das Tecnologias da Informação e Comunicação. Pesquisas foram realizadas para definir o papel do capital em relação ao capital humano, social e relacional e de interesse ambiental como fatores importantes para o crescimento urbano.

Relata Jump (2007) que a União Europeia (UE), em particular, tem dedicado esforços constantes para a elaboração de uma estratégia para alcançar o crescimento urbano em um sentido inteligente para as suas cidades-regiões metropolitanas. Outras instituições e organizações internacionais também acreditam que as cidades inteligentes advêm do desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação. O Fórum Comunidade Inteligente produz, por exemplo, pesquisas sobre os efeitos locais da revolução das TICs. O manual da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e Gabinete de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT) de Oslo salientam, pelo contrário o papel da inovação no setor das Tecnologias da Informação e Comunicação e fornecem um conjunto de ferramentas para identificar os indicadores consistentes, formando, assim, um quadro sólido de análise para pesquisadores sobre inovação urbana.

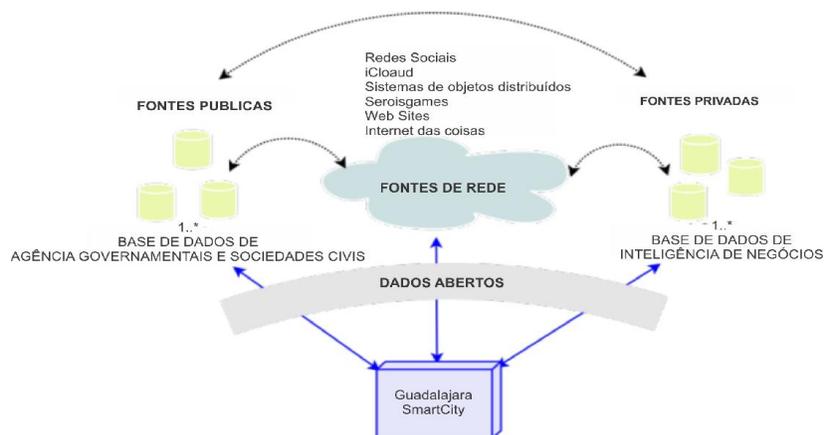
Narram Jump *et al.* (2006) que a disponibilidade e qualidade da infraestrutura das Tecnologias da Informação e Comunicação não é a única definição de uma cidade inteligente. Outras definições enfatizam o papel do capital humano e da educação e da aprendizagem no desenvolvimento urbano. Evidencia-se, por exemplo, que as taxas de

crescimento urbano mais rápidos foram alcançados em cidades onde uma grande parcela da força de trabalho educada está disponível. A inovação é motivada por empreendedores que inovam em indústrias e produtos que exigem uma força de trabalho cada vez mais qualificado. Por isto nem todas as cidades são igualmente bem sucedidas em investir em capital humano. Uma força de trabalho educada pode ser considerada um agrupamento espacial ao longo do tempo.

Jump *et al.* (2006) acreditam que esta tendência para as cidades divergirem em termos de capital humano tem atraído a atenção de pesquisadores e formuladores de políticas. Acontece que algumas cidades, que eram, no passado, melhor dotadas de uma força de trabalho qualificada, conseguiram atrair um trabalho mais qualificado, enquanto que cidades concorrentes não conseguiram fazê-lo. As decisões políticas e, em particular os europeus, são mais propensos a atribuir um peso consistente a homogeneidade espacial. Nestas circunstâncias, o agrupamento progressivo do capital humano urbana é, em seguida, uma grande preocupação.

Castañeda *et al.* (2013) relata que em novembro de 2013 o governo federal do México lançou a *Estrategia Digital Nacional*, que durante os próximos 5 anos vai preparar a adoção e desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação, com objetivo de promover uma transformação governamental, impulsionar a economia digital, oferecer uma educação de alta qualidade, implementar uma saúde universal e para garantir a segurança de seus cidadãos. Para alcançar esse objetivo, a criação de incentivos para a estrutura de dados abertos faz-se necessária, a fim de promover a partilha de dados entre as empresas e cidadãos, bem como promover a colaboração entre universidades, governo e indústria, conforme representado na figura 1.

FIGURA 1
Fonte de Dados para a Cidade Inteligente de Guadalajara



Fonte: Castañeda (2013)

Bartleson (2014) comenta que Cidades Inteligentes pode soar futurista, porém governos já inteligentes estão colocando recursos da Internet das Coisas para ajudar os seus cidadãos. Alguns destes projetos, programas e iniciativas são:

- O Programa "comunidades inteligentes" de Chicago traz a consciência das tecnologias digitais e da Internet para empresas, famílias e indivíduos;
- A iniciativa "City24/7" de Nova York que oferece aos seus moradores e visitantes informações importantes oriundas do governo, empresas e outras pessoas. Estas informações são apresentadas em qualquer dispositivo móvel ou em telas grandes que substituem telefones públicos desatualizados;
- A iniciativa inteligente da cidade de Amsterdam tem 45 projetos em andamento, alguns deles são gestão de energia, colaboração de saúde, acesso Wi-Fi gratuito;
- A estratégia inteligente da cidade de Lyon inclui soluções de transporte e gestão de recursos;
- Os parques tecnológicos inteligentes que estão em desenvolvimento em Kalkara, Malta, e Kochi, na Índia;

3 CIDADES INTELIGENTES VERSUS CIDADES DIGITAIS

Jump e Komninos (2002) explicam que o termo "Comunidade Digital" ou "Cidade Digital" refere-se a uma comunidade conectada que combina banda larga de comunicações a sua infraestrutura formando uma infraestrutura flexível de computação orientada a serviços baseados em padrões abertos da indústria e serviços inovadores para atender às necessidades de governos e seus funcionários, cidadãos e empresas. As dimensões geográficas (espaço) das comunidades digitais variam, podem ser prorrogadas a partir de uma cidade do distrito até vários milhões de metrópoles. A infraestrutura sem fio é um elemento-chave da Cidade Digital, sendo considerado o primeiro passo para sua formação. A Cidade Digital pode exigir uma infraestrutura de banda larga com fios, e é muito mais do que apenas a rede.

Para Jump e Komninos (2002) a Cidade Digital oferece interoperabilidade, serviços governamentais com base na Internet que permitem uma onipresente conectividade para transforma-la na chave dos processos do governo, tanto internamente entre os departamentos e funcionários quanto externamente para cidadãos e empresas. Os serviços da Cidade Digital são acessíveis através de dispositivos wireless móveis e são ativados por serviços orientados a uma arquitetura empresarial, incluindo serviços Web, o

Extensible Markup Language (XML) e aplicações de *software*. As pesquisas sobre cidades digitais estão sendo realizadas por muitas organizações, por exemplo, o *Smart Cities Lab* e o *World Foundation for Smart Communities*.

O Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) desenvolveu a iniciativa *IEEE Smart Cities* que consiste em auxiliar as cidades dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, que já se preparam para um aumento da população urbana. IEEE proporcionará investimento aos municípios selecionados por meio de aconselhamento estratégico e prático de uma equipe dedicada de especialistas do IEEE, bem como a educação e formação, para ajudá-los a lidar com as enormes exigências referentes a terra, seus recursos e serviços, todos conexos com a expansão do ambiente urbano (Tepper, 2014).

O projeto *Ciudad Creativa Digital* (CCD) iniciado em 2013, está desenvolvendo um plano de preparação em Guadalajara visando torna-la a primeira cidade inteligente do México. Para atingir as metas são propostos facilitadores como conectividade digital, competências digitais, a interoperabilidade dos serviços, uma forte estrutura e uma política de dados abertos (Castañeda, *et al.*, 2013).

As Cidades Inteligentes foram definidas ainda como como ambientes inteligentes com Tecnologias de Informação e Comunicação incorporadas criando assim espaços interativos que trazem a tecnologia da computação para o mundo físico. A partir dessa perspectiva, as Cidades Inteligentes se referem a ambientes físicos em que as Tecnologias de Informação e Comunicação e sistemas de sensores desaparecem assim que estiverem incorporados em objetos físicos e do ambiente, viagens e trabalho (STEVENTON; WRIGHT, 2006).

Komninos (2002) esclarece que uma questão importante na compreensão de cidades inteligentes é descrever as suas diferenças em relação a outras formas de espaços digitais, ou seja, a “Cidade Digital” e a “Cidade Inteligente”. Todas as cidades inteligentes são cidades digitais, mas nem todas as cidades digitais são inteligentes. A diferença está na capacidade de resolução de problemas das cidades inteligentes, enquanto que a capacidade das cidades digitais é na prestação de serviços por meio da comunicação digital.

Como regra geral, podemos dizer que na prestação de serviços por parte das administrações locais, as cidades digitais são colocadas entre a autoridade pública e o cidadão como destinatário dos serviços (como mercados digitais), enquanto que as cidades inteligentes são colocadas a montante entre os cidadãos e as autoridades públicas, permitindo assim a co-criação e co-design de serviços. Esta visão explica

porque os principais blocos de construção de cidades inteligentes estão relacionados com a inovação e os processos de resolução de problemas, tais como a inteligência competitiva, a absorção de tecnologia, desenvolvimento de produto colaborativo, e promoção de novos produtos (BELL *et al.*, 2011).

Para BELL *et al.* (2011) ambientes inteligentes são espaços digitais em que a interação digital sai do computador e torna-se incorporado em edifícios e infraestruturas da cidade. Ambientes inteligentes podem ser combinadas tanto para cidades digitais quanto para automatizar a prestação de serviços. No caso das cidades inteligentes, a automatização da recolha e tratamento de informação ao longo do desenvolvimento de novos produtos ou serviços.

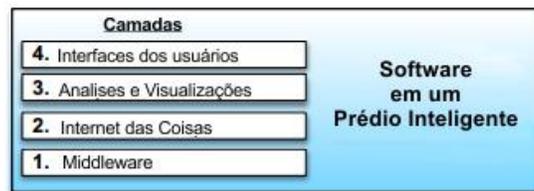
Larios *et al.* (2014) explicam que em uma cidade inteligente, os prédios são as primeiras células e a soma de muitos edifícios inteligentes pode ser visto como uma importante parte de um ambiente urbano sustentável por seu objetivo ideal buscar lidar com um melhor uso dos recursos naturais. Ainda são um potencial teste para a infraestrutura de TI e soluções para a cidade, além disso, podem ser utilizados para estabelecer uma definição e identificar as diferentes camadas da tecnologia fazendo referência aos componentes, respectivas normas e construções relevantes.

Para Larios *et al.* (2014) Em uma primeira abordagem, pode se identificar três camadas como sendo as principais de um edifício inteligente:

- **Estrutura física:** esta camada é o corpo do edifício que relaciona com todos os materiais e um *design* verde concebidos pelos arquitetos e engenheiros civis para as atividades produtivas dos habitantes, procurando fazer o mais eficiente uso de recursos como a água, iluminação, segurança, temperatura, qualidade do ar, estacionamento, etc.
- **Conectividade:** é o sistema nervoso do edifício e compreende a rede de dados que liga todos os sensores e actuadores para reagir com o ambiente. Nesta camada, padrões abertos como o protocolo TCP/IP é recomendado para uma melhor integração com software e para garantir uma interoperabilidade dos sistemas;
- **Software:** é o cérebro do edifício ligado por o sistema nervoso e utilizando o seu corpo para interagir com as pessoas, dentro e fora podendo ainda ser dividido em subcamadas, conforme demonstrado na figura 2.

FIGURA 2

Camadas de Software Dentro de um Edifício



Fonte: Larios et al. (2014)

Larios *et al.* (2014) esclarece que as subcamadas do *software* estão relacionadas de forma que o *middleware* referencia a programação de baixo nível, como o *firmware* em sistemas embarcados usados para ler sensores e atuadores de controle. A Internet das coisas relaciona-se com o *software* e os serviços criados para coordenar, especificar e gerir os diferentes objetos interconectados que fazem parte do edifício. Todos os sensores fornecem informações para a plataforma de análise, a fim de encontrar os padrões e modelos para atingir o ponto ótimo de operação de cada subsistema no edifício. Finalmente, as interfaces são as configurações específicas entre o edifício e habitantes baseado em suas atividades.

4 PRÓS E CONTRAS DE REDES DE SENSORES SEM FIO PARA CIDADES INTELIGENTES

Na visão de Dargie e Poellabauer (2010) uma rede de sensores sem fio é constituída por sensores autônomos distribuídos espacialmente para monitorar as condições físicas ou ambientais, tais como temperatura, som, pressão, etc., e para transmitir os seus dados de forma cooperativa por meio da rede para um local principal. As redes mais modernas são bidirecionais, também permitindo o controle da atividade do sensor. O desenvolvimento de redes de sensores sem fio foi motivado por aplicações militares como a vigilância do campo de batalha, hoje tais redes são usadas em muitas aplicações industriais e de consumo, como o monitoramento do processo industrial e controle, monitoramento de integridade da máquina e assim por diante.

Uma rede sem fio é construída de “nós”, de centenas ou mesmo milhares, onde cada nó está conectado a um ou às vezes a vários sensores. Cada nó da rede é composto de várias partes, entre elas, um rádio transceptor com antena interna ou externa, um microcontrolador, um circuito eletrônico para fazer a interface com os sensores e uma fonte de energia, geralmente uma bateria ou uma fonte de captação de energia. Um sensor pode variar em tamanho e o custo é variável, pode custar a partir de algumas dezenas a centenas de dólares, dependendo da complexidade dos nós individuais do sensor. Tamanho e custo são considerados restrições sobre os sensores

que podem resultar em limitações de recursos como energia, memória, velocidade computacional e largura de banda de comunicação. A topologia das redes de sensores pode variar de uma simples rede em estrela a uma avançada rede multiponto sem fio. Em ciência da computação e de telecomunicações, redes de sensores sem fio são uma área de pesquisa ativa com diversos *workshops* e conferências organizadas a cada ano (DARGIE & POELLABAUER, 2010).

Dargie e Poellabauer (2010) acreditam que as redes de sensores sem fio são as responsáveis pela existência de uma tecnologia específica que cria as cidades inteligentes. O objetivo é criar uma rede distribuída de sensores inteligentes que podem medir vários parâmetros para uma gestão mais eficiente da cidade. Em uma cidade inteligente os dados são entregues sem fio e em tempo real aos cidadãos ou às autoridades competentes. Por exemplo, os cidadãos podem monitorar a concentração de poluição em cada rua da cidade ou eles podem obter alarmes automáticos quando o nível de radiação sobe a um determinado nível. Também é possível para as autoridades otimizar a irrigação de parques ou a iluminação da cidade. Vazamentos de água podem ser facilmente detectados ou mapas de ruído podem ser obtidos. Lixeiras podem enviar um alarme quando estão perto de encher.

Dargie e Poellabauer (2010) exemplificam que em uma cidade inteligente o tráfego de veículos pode ser monitorado, a fim de modificar as luzes da cidade de uma forma dinâmica. O tráfego pode ser reduzido com sistemas que detectam onde existem um estacionamento disponível mais próximo. Os motoristas obtêm informações oportunas para que eles possam localizar um parque de estacionamento gratuito e estacionar rapidamente, economizando assim tempo e combustível. Esta informação pode reduzir engarrafamentos e a poluição melhorando a qualidade de vida. Estas redes de detecção podem também se estender para incluir outros tipos de detecção, como por exemplo, temperatura da superfície da estrada e detecção de incidência de barulho na cidade.

Pode-se também utilizar plataformas de gerenciamento de dados do sensor de colaboração *on-line*. Um sensor de plataformas de gerenciamento de dados de colaboração *on-line* são os serviços de banco de dados *on-line* que permitem que os proprietários dos sensores registrem e conectem seus dispositivos de alimentação de dados em um banco de dados *on-line* para armazenamento e também permitir que os desenvolvedores se conectar ao banco de dados e construir suas próprias aplicações com base nesses dados. Exemplos incluem Xively e a plataforma Wikisensing, essas plataformas simplificam a colaboração *on-line* entre os usuários sobre diversos conjuntos de dados que vão desde dados de energia e de ambiente até dados coletadas do serviço

de transporte. Outros serviços possibilitam a incorporação de gráficos e *widgets* de tempo real em sites, analisar e processar dados históricos retirados do *feeds* de dados, enviar alertas em tempo real a partir de qualquer fluxo de dados para controlar os *scripts*, dispositivos e ambientes (DARGIE; POELLABAUER, 2010).

5 DESAFIOS, COMPLEXIDADES, TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES RELACIONADAS AS CIDADES INTELIGENTES

Jump *et al.* (2007) relata que as cidades inteligentes criam sistemas urbanos mais eficazes, capazes de enfrentar os desafios contemporâneos e problemas urbanos. Surgem cidades mais inovadoras e competitivas, com base em clusters de conhecimento e inovação lideradas pela sociedade, um *networking* global que oferece maior capacidade de monitorização e gestão das questões ambientais, gestão dos transportes, gestão dos espaços urbanos tornando-os mais seguros. Essa maior eficácia se baseia em soluções/plataformas que integram a inteligência humana, coletiva e artificial, ou seja, integra as atividades urbanas a capacidade institucional e a Tecnologia da Informação e Comunicação. Os principais campos de ativação das Cidades Inteligentes são apresentados na Tabela 1.

A tendência e o desenvolvimento por parte dos laboratórios de pesquisa universitários de protótipos e soluções para cidades inteligentes. As soluções devem compreender edifícios sustentáveis, sistemas de mobilidade, Cidades Digitais, soluções de gestão pública, sistemas de planejamento e participação cidadã, plataformas destinadas a economia da inovação com foco em inteligência estratégica, transferência de tecnologia, inovação colaborativa, incubação de tecnologias, entre outros (JUMP, 2007).

TABELA 1
Principais Campos de Ativação das Cidades Inteligentes

Economia e Inovação	Infraestrutura urbana	Governança
Inovação nas indústrias, clusters, distritos de uma cidade	Transporte	Serviços da administração ao cidadão
Força de trabalho de conhecimento: Educação e emprego	Energia/Utilitários	Democracia participativa e direta
Criação de empresas de conhecimento intensivo	Proteção do ambiente/Segurança	Serviços ao cidadão: qualidade de vida

Fonte: Jump (2007)

Bell *et al.* (2011) esclarecem que grandes empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação, tais como Cisco Systems e *International Business Machines* (IBM), Microsoft já desenvolvem novas soluções e iniciativas para cidades inteligentes. A CISCO lançou a “*Global Intelligent Urbanization initiative*”, Iniciativa Global Urbanização Inteligente, para ajudar as cidades ao redor do mundo usando a rede como a quarta utilidade para a gestão integrada da cidade, isto possibilitará uma melhor qualidade de vida dos cidadãos e o desenvolvimento econômico. A Microsoft está trabalhando com a *Coventry University and Birmingham City Council* no Projeto “*Intelligent City Proof of Concept*”, uma plataforma de tecnologia interoperável com foco em transporte. Já a IBM anunciou seus “*SmarterCities*” para estimular o crescimento econômico e a qualidade de vida nas cidades e regiões metropolitanas com a ativação de novas abordagens de pensar e agir no ecossistema urbano.

Relatam Bell *et al.* (2011, p. 122) que as Cidades Inteligentes estão implantando serviços *on-line* em diferentes setores das cidades privilegiando a economia local, o desenvolvimento, ambiente, energia, transportes, segurança, educação, saúde, comércio, habitação e governação em diferentes bairros de cidades. Beneficiando assim Universidades, mercados, portos, aeroportos, tecnologias e distritos industriais, entre muitos outros. Os vários domínios da cidade inteligente se baseiam em alguns processos de conhecimento, que estão presentes, independentemente do setor ou distrito da cidade. Processos de conhecimento fundamentais que sustentam as Cidades Inteligentes são:

- Comunicação de banda larga;
- Serviços interativos;
- Uso de dispositivos;
- Agentes inteligentes;
- Obtenção de informações;
- Comportamento criativo;
- Inteligência coletiva;
- Melhoria das qualificações;
- Inovação;
- Monitoramento e medição.

Observa-se que a integração é um fator-chave, pois permite que os processos acima trabalhem juntos e criam ambientes mais eficientes na resolução cooperativa de problemas e inovação. Neste ponto vale comentar sobre a inteligência espacial das cidades, ela refere-se aos processos cognitivos da informação, tais como coleta de informações e processamento, alerta em tempo real, previsão, aprendizagem, inteligência

coletiva e cooperativa, resolução de problemas distribuídos, entre outros que caracterizam as Cidades Inteligentes. A ênfase na dimensão espacial denota que o espaço e aglomeração são condições prévias desta forma de inteligência. O conceito refere-se também à implantação combinada e utilização das Tecnologias da informação e Comunicação, configurações institucionais para conhecimento e inovação e infraestrutura física das cidades visando aumentar a capacidade de resolução de problemas de uma comunidade (BELL *et al.*, 2011).

A inteligência espacial das cidades se baseia na comunicação, colaboração e solução de um problema em um ambiente urbano através do uso de um computador. No entanto, diferentes perspectivas podem ser encontradas na literatura sobre as origens e os condutores de inteligência espacial. A inteligência das cidades reside na combinação cada vez mais eficaz das redes de telecomunicações digitais (os nervos), da inteligência onipresente incorporado (o cérebro), sensores e tags (os órgãos sensoriais), *software* (conhecimento e a competência cognitiva) (KOMNINOS, 2009).

Komninos (2009) explica que surge a Cidade Inteligente de parcerias e capital social na organização do desenvolvimento de tecnologias, habilidades e aprendizagem e engajamento dos cidadãos que se envolvem em comunidades criativas e projetos de renovação urbana. A inteligência espacial das cidades surge da aglomeração e integração das três formas de inteligência:

- Inventividade, criatividade e capital intelectual da população da cidade;
- Inteligência coletiva das instituições da cidade e de capital social para a inovação;
- Inteligência artificial de ampla infraestrutura inteligente pública da cidade, os ambientes virtuais e agentes inteligentes.

Usando essas capacidades espaciais combinadas a infraestrutura das cidades pode-se responder eficazmente às mudanças nas condições socioeconômicas, aos desafios existentes possibilitando um melhor planejamento do futuro, um desenvolvimento sustentável e a prosperidade e o bem-estar dos cidadãos.

Observa-se que a inteligência coletiva é o principal motor da inteligência espacial das cidades. Parcerias, plataformas de colaboração e redes sociais nutrem o desenvolvimento de tecnologias, habilidades e aprendizado, envolvendo os cidadãos na participação criativa comunidade. As mídias sociais têm oferecido uma camada de tecnologia para a organização de inteligência coletiva, com plataformas de *crowdsourcing*, *mush-ups*, web-colaboração, e outros meios de participação de resolução de problemas. Tecnologias de mídia e plataformas colaborativas continuam a ser as principais ferramentas que permitem a inteligência espacial (KOMNINOS, 2009).

Explica Komninos (2009) que publicações recentes sobre cidades inteligentes evidenciam a convergência dos sistemas de inovação e ambientes virtuais na criação de sistemas globais de inovação. Como teoria da inovação a ênfase agora mudou a partir do processo interno de inovação da empresa para redes de inovação externas e ambientes de conhecimento que têm tomado dimensões globais. Os espaços virtuais e sistemas embarcados estão gerando uma onda de novos ambientes híbridos, entre eles, ecossistemas digitais globais, laboratórios vivos, I-hubs, moedas, E-gov, Cidades Digitais, U-comunidades, ambientes inteligentes, etc., que ampliam em muito o *networking*, experimentação e inovação em escala global.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto neste estudo, evidencia-se que as Tecnologias da Informação e Comunicação podem levar o mundo a um estado melhor. Entretanto, verifica-se que a tecnologia já influencia a nossa tomada de decisão, inclusive decisões morais, que por sua vez afetam a ação humana, a privacidade e a autonomia.

A contínua expansão das Tecnologias da Informação e Comunicação, associada ao acesso a redes de sensores e objetos controlados remotamente podem vir a propiciar ações criminosas por parte de pessoas que buscam os próprios interesses. Surge então um mercado aberto que pode servir ao comércio de segurança na tentativa de identificar alvos vulneráveis. Além disto, uma expansão descontrolada das Tecnologias da Informação e Comunicação pode provocar uma anarquia dos sistemas físicos (objetos do mundo real ou seja controlados), em virtude dos sistemas que estão sendo projetados para dar conta de uma gestão futura incerta. Por fim, tem-se que considerar o impacto das Tecnologias da Informação e Comunicação na privacidade do cidadão. Corre-se o risco do cidadão perder o controle da própria vida individual. Isto tudo mostra que a forma de controle das Cidades inteligentes é imprevisível em relação ao futuro e corre-se o risco dos poderes envolvidos, que podem ser considerados imensos e desproporcionais, se acumularem nas mãos de empresas que buscam vantagem financeira e de governos que buscam cada vez mais o controle social.

Vale lembrar que os equipamentos eletrônicos modernos são equipados com uma grande variedade de metais pesados e produtos químicos sintéticos altamente tóxicos. Isso os torna extremamente difíceis de reciclar adequadamente. Os componentes eletrônicos são muitas vezes simplesmente incinerados ou despejados em aterros sanitários regulares, poluindo assim o solo, águas subterrâneas, águas superficiais e do

ar. Esta contaminação também se traduz em problemas crônicos para a saúde humana. Além disso, o custo ambiental da mineração de metais pesados, que são parte integrante de modernos componentes eletrônicos continua a crescer. Com as cidades Inteligentes ocorrerá um aumento do impacto ambiental. Considerações práticas, fundamentais como estas são muitas vezes negligenciados por comerciantes ansiosos para induzir os consumidores a adquirir itens que podem nunca ter sido necessário.

REFERÊNCIAS

ABBATE, Janet, **Inventing the Internet**. Cambridge, MA, MIT Press, 2000.

ANDRÉ, Marli. **Pesquisa Qualitativa**. São Paulo: Cortez, 2006.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos acadêmicos**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

BARROS, Laan Mendes de. **“O objetivo de se fazer pesquisa e o objeto da pesquisa que se faz”** in Revista Comunicare – Ano 1 nº 1, São Paulo: Cásper Líbero, 2002.

BARTLESON, Karen. **“The Internet Of Things Is A Standards Thing”** Electronic Design 2014.

BELL, R., JUNG, J., E ZACHARILLA L. **As economias de banda larga: criação da comunidade do século 21**. New York: Intelligent Fórum Comunidade, 2011.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. **Smart cities in Europe**. University Amsterdam: Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics, 2009.

CARISSIMI, Alexandre da Silva. **Redes de Comutadores: Volume 20 da Série Livros Didáticos Informática Ufrgs**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

CASTAÑEDA, Vázquez; GUZMAN, E. **Towards the preparation of the Guadalajara’s SmartCity Metrics Structure**. IEEE Guadalajara Metrics for Smart Cities Working Group, 2013.

DARGIE, W.; POELLABAUER, C. **Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice**. John Wiley and Sons, 2010.

DUQUENNOY, S. **The Web of Things: interconnecting devices with high usability and performance**. In International Conferences on, 2009.

EDWARDS, Paul N., **The Closed World**. Cambridge, MA, MIT Press. 1996.

INTELLIGENT COMMUNITY FORUM. **What is an Intelligent Community**. 2006.

JUMP, Droege, P. **Intelligent Environments: spatial aspect of the information revolution**. Oxford: Elsevier, 2007.

JUMP, D; STEVENTON, A; WRIGHT, S. **Intelligent spaces: the application of pervasive ICT**. London: Springer, 2006.

JUMP, D.; KOMNINOS, N. **Intelligent Cities: innovation, knowledge systems and digital spaces**. London: Routledge, 2002.

KEVIN, Ashton. **That 'Internet of things' Thing**. RFID Journal, 2009.

KOMNINOS, N. **Cidades Inteligentes: Inovação, sistemas de conhecimento e de espaços digitais**. Londres: Routledge, 2009.

LARIOS, V.M.; ROBLEDO, J.G.; GÓMEZ, L.; RINCON, R., **IEEE-GDL CCD Smart Buildings Introduction**. IEEE Guadalajara Physical Infrastructure Working Group for Smart Cities, 2014.

_____. **The Architecture of Intelligent Cities, Conference Proceedings Intelligent Environments**. Institution of Engineering and Technology, 2006

_____. **Intelligent Cities: Innovation, knowledge systems and digital spaces**. London: Routledge, 2002.

STEVENTON, A.; WRIGHT, S. **Intelligent spaces: the application of pervasive ICT**. London: Springer, 2006.

TEPPER, Harold, **IEEE Smart Cities Initiative: Global Municipalities Engagement Application**. IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014.