

# Internet das Coisas e sua evolução tecnológica para as Cidades Inteligentes<sup>1</sup>

Tarciso de Jesus Pereira Junior<sup>1</sup>, Edson Josias Cruz Gimenez<sup>2</sup>

**Abstract** – The Internet of Things, its forms of connection and obstacles to be overcome, communication standards, as well as the concept of Big Data and how it has been maximizing the IoT deployment are presented in this article through a bibliographical revision. Furthermore, it will also present the Smart cities, their demands due to the population growth in urban centers, areas and application and cases of Smart Cities. This scientific article aims to present both obtained results and those ones that can still be reached by the IoT solutions development applied to Smart Cities.

**Index Terms** — Internet of Things, IoT, Big Data, Smart Cities.

**Resumo**—Internet das Coisas, suas formas de conexão, obstáculos a serem superados, os padrões de comunicação, assim como o conceito de Big Data e sua relação de potencialização para o desenvolvimento da IoT são apresentados neste artigo, através de uma revisão bibliográfica. São apresentadas também as Cidades Inteligentes, sua necessidade em função do crescimento populacional em centros urbanos, as áreas de atuação e aplicação, e casos de cidades inteligentes. Este artigo científico tem como objetivo apresentar os resultados que são obtidos e que ainda podem ser atingidos, através dos avanços das soluções de IoT aplicadas para as Cidades Inteligentes.

**Palavras chave** — Internet das Coisas, IoT, Big Data, Cidades Inteligentes.

## I. INTRODUÇÃO

O final da década de 90 marcou o início da concepção do conceito de que todas as coisas poderiam se conectar à internet para se comunicarem com as pessoas, aplicações e mesmo entre si [1].

Desde então, a Internet das Coisas ou, *Internet of Things* (IoT), tem se tornado cada vez mais real e aplicada graças à evolução dos meios de transmissão e acesso à internet, aumento da capacidade para armazenamento, processamento e análise de dados, somados à diminuição de tamanho e custo dos microprocessadores e sensores [2].

O potencial desta nova forma de se conectar e interagir atingiu patamares da ordem de US\$ 31 bilhões em negócios nos últimos 5 anos, representando na maior parte, aquisições de startups com alto potencial na área, por grandes companhias [3].

Seguindo esta evolução, também surgiu o conceito de cidades inteligentes ou, *Smart Cities*, tendo como objetivo conectar áreas de infraestrutura e serviços, a fim de aprimorar a qualidade de vida das pessoas e conter o consumo de recursos e custos [4].

Para 2016 a estimativa de “coisas” instaladas e conectadas nas chamadas cidades inteligentes é de, aproximadamente, 1.6 bilhões, e para 2018, estima-se que esse número será maior que o dobro [5].

Dada a importância do tema, este trabalho desenvolvido através de uma revisão bibliográfica, tem como objetivo mostrar os principais conceitos associados à Internet das Coisas, destacando as tecnologias e padrões associados, além de chamar a atenção às inúmeras aplicações oferecidas pela IoT, nas mais diversas áreas, integrando-as nas chamadas Cidades Inteligentes.

## II. INTERNET DAS COISAS

A Internet das Coisas consiste na ideia de que tudo possa estar conectado à internet, permitindo a coleta e o envio de dados, além da tomada de ações, por meio de sensores, processadores e dispositivos de comunicação, sendo essas trocas de informações entre si (as coisas), com pessoas ou *datacenters*, no intuito de prover uma decisão mais eficiente [6].

Nesta nova era da internet, diferentes formas de conexão são definidas, dentre as quais pode-se classificar: M2M (*Machine to Machine*), P2M (*People to Machine*) e P2P (*People to People*)

Caracteriza-se M2M como toda comunicação entre dois dispositivos, que fornecem informações a partir da coleta de dados, por sensores, do ambiente em que se encontram, para que sejam tomadas ações sem intervenção humana. Esta comunicação também pode ocorrer entre dispositivos e *datacenters*, onde estão armazenados um grande número de dados, para que sejam analisados e combinados com as informações mais úteis àquela determinada situação, para que seja tomada a melhor decisão [7].

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Nacional de Telecomunicações, como parte dos requisitos para a obtenção do Certificado de Pós-Graduação em Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações. Orientador: Prof. Msc. Edson Josias Cruz Gimenez. Trabalho aprovado em 09/2016.

Na comunicação P2M, esta interação traz às pessoas dados relevantes para seu dia a dia. Como exemplos simples, *SmartTVs* e *Smartphones* nos permitem, além do acesso à internet, ainda informações como agenda, condições de trânsito e clima, além de apresentar assuntos de acordo com as preferências de cada pessoa através da análise e combinações de dados [7]

Na comunicação P2P, a conexão entre pessoas é representada através de trabalhos colaborativos, como comunicações unificadas e redes sociais [7].

Essas três formas de comunicação, e seus relacionamentos são apresentados na Figura 1.

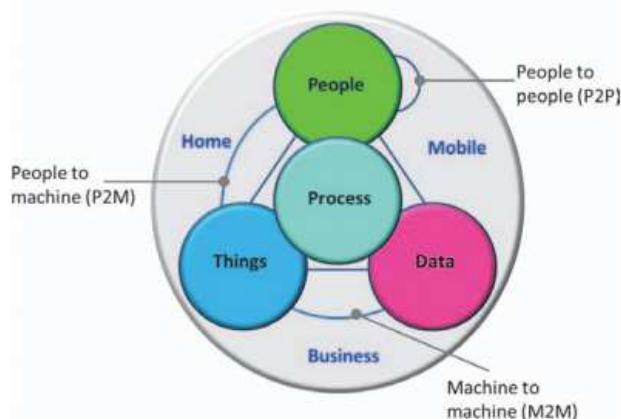


Fig. 1. Fluxo de interação entre "coisas" e formas de conexão [8].

Pode-se observar (Figura 1) as diferentes formas de comunicação (P2P, P2M e M2M) e mais, o relacionamento entre essas "pessoas" e "coisas", e a quantidade de informação (dados) gerada. Mais importante ainda, para que essas conexões consigam ter um valor significativo e entregar informações relevantes e consistentes, é necessário que se tenham processos muito bem definidos, a fim de fazer o gerenciamento e automatização deste volume massivo de dados [7][8].

Para que todos os dispositivos possam estar conectados é fundamental a convergência das tecnologias integrando hardwares, plataformas e softwares à rede de dados que, por sua vez, se conectem à internet para que todas as redes, então, estejam interligadas trocando dados de forma confiável, como ilustra a Figura 2.

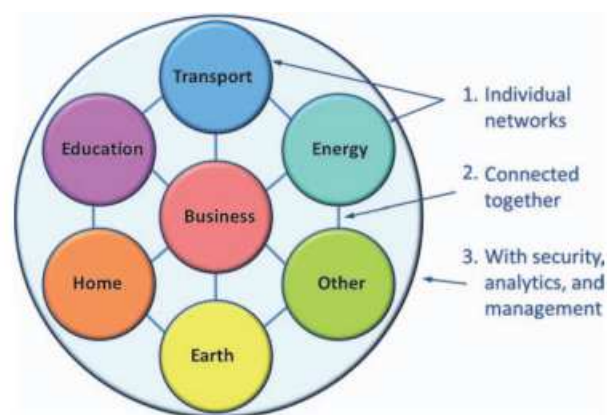


Fig. 2. Visão de IoT como uma rede de redes [8].

Observa-se na Figura 2 que, para que o fluxo de informação provido por "coisas" inteligentes, nas mais diferentes áreas de atuação, seja aplicado de forma adequada e efetiva em comunidade, é preciso que todas as redes estejam interconectadas [8].

Já são grandes os avanços como a diminuição dos custos e tamanhos de sensores e dispositivos para conexões sem fio, aumento da capacidade de transmissão de dados por estas redes, capacidade de processamento e análise de dados em tempo real através de *Big Data* e protocolo IPv6 permitindo a atribuição de endereços IP únicos na rede a cada dispositivo, entretanto ainda há barreiras a serem derrubadas para que seja possível vislumbrar, de fato, todas as "coisas" conectadas, entre as quais destacam-se: [9]

**Eficiência energética:** Faz-se necessário aprimorar a durabilidade e tecnologias das baterias, diminuindo o impacto sobre o consumo energético e necessidade de recarga. De acordo com a usabilidade de alguns dispositivos, baterias com capacidade de recarga através de energia solar devem ser aprimoradas e implantadas em massa [10].

**Padronização:** É necessário continuar o progresso na padronização de arquiteturas, protocolos de comunicação e segurança por instituições e companhias, para garantir a interoperabilidade e convergência entre todos os dispositivos e redes [10]. Como IoT abrange inúmeras áreas, ter-se padrões definidos garante que dispositivos desenvolvidos por quem quer que seja se integrem a qualquer plataforma existente.

**Rede de dados móveis:** É necessário aprimorar as conexões de redes móveis para garantir alto tráfego de dados, cobertura que abranja a maioria dos locais terrestres e baixo consumo energético. Atualmente tem-se a visão de que o 5G, padrão de rede ainda em desenvolvimento, atenda às necessidades de IoT em um futuro breve [9].

**Software:** Todo e qualquer dispositivo necessitará de ao menos uma simples camada de software, seja para aplicações de pequeno porte como um simples gerenciamento de conexão ou troca de dados entre dispositivos e interfaces gráficas para usuário, até plataformas complexas, como APIs (*Application Programming Interfaces*), para integração de dispositivos e sistemas [9].

**Segurança e privacidade:** Com o alto volume de dados, inclusive pessoais, sendo trafegados e analisados na rede, a autenticação de usuários, o controle de acesso e a criptografia de dados devem ser aprimoradas para evitar que informações sejam vazadas, ou ainda, os sistemas sejam invadidos [11]. Os governos devem rever ou criar suas leis que regem a internet para evitar ou mitigar qualquer dano às pessoas e corporações. A criação de normas regulatórias rigorosas podem prevenir fabricantes de produzirem produtos ou serviços com pouca segurança, e condenações mais severas podem inibir a invasão de sistemas ou dispositivos por criminosos, a fim de causar algum dano moral ou legal às pessoas.

### III. BIG DATA E SUA IMPORTÂNCIA PARA IoT

O termo *Big Data* pode ser definido como um vasto conjunto de dados, armazenados de forma estruturada ou não, que requer ferramentas especiais para que informações específicas sejam

localizadas e possam ser analisadas e combinadas em tempo real, de modo que sejam tomadas as melhores decisões [12].

O famoso analista de dados Doug Laney definiu o conceito de *Big Data* em 3Vs (Volume, Velocidade e Variedade): [13]

**Volume:** São armazenados uma enorme quantidade de dados, providos de várias fontes e dispositivos conectados à internet [13].

**Velocidade:** O tráfego de dados gerado a partir de dispositivos inteligentes necessita ser tratado em tempo real. Qualquer mudança que implique em um novo dado no sistema precisa ter seu tempo de resposta imediato [13][14].

**Variedade:** Esta estrutura deve suportar todos os tipos de dados, sejam eles gerados e armazenados de forma estruturada como os bancos de dados tradicionais, ou não estruturados como vídeos, áudios e dados provenientes de redes sociais por exemplo [13].

A Figura 3 ilustra esse conceito, 3Vs, e como eles influenciam na complexidade do *Big Data*.

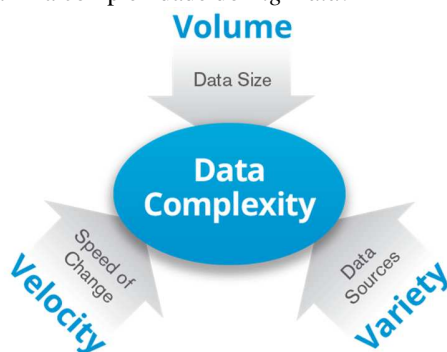


Fig. 3. Os três Vs que definem o conceito de *Big Data* [14].

Segundo Laney, pode-se resumir toda a complexidade relacionada ao *Big Data* à três fatores: à quantidade enorme de informação disponível, à alta velocidade na troca de informações e na enorme variedade de fontes de informações. [13]

O potencial do *Big Data* é o valor que agrega ao resultado da análise sobre seu grande número de dados armazenados, pois é possível analisar dados de qualquer fonte, a qualquer tempo para atender qualquer necessidade em tempo real [12].

Inicialmente *Big Data* era utilizado apenas em setores de negócio de grande porte, entretanto com a internet das coisas evoluindo de forma exponencial, ele terá um papel fundamental para armazenamento, análise e resposta aos dados que serão gerados diariamente por grande quantidade de dispositivos conectados [12].

#### IV. PADRÕES DE COMUNICAÇÃO

Para que haja a conexão entre todos os dispositivos ou “coisas” se faz necessária a utilização de protocolos de comunicação e, sua padronização, permitindo a interoperabilidade entre essas “coisas”. A partir dos meios de telecomunicações atuais já há uma vasta lista de padrões estabelecidos pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*) e IEEE (*Institute of Electric and Electronic Engineers*), tais como Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet, 3G e 4G-LTE, que podem também

serem utilizados para IoT, entretanto, haja vista o alto consumo energético que eles apresentam, frente a premissa de se ter uma arquitetura de hardware com baixo consumo de energia nesta nova era em que todas as coisas se conectam à internet, faz-se necessário a padronização de protocolos que atendam a esse requisito [15].

Tecnologias e protocolos como RFID (*Radio-Frequency IDentification*), ZigBee, Z-Wave, EnOcean, Dash7, ONE-NET, Insteon, RPL (*Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks*), COAP (*Constrained Application Protocol*) e 6LoWPAN (*IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks*) já são utilizadas para a troca de dados entre dispositivos, principalmente em soluções de automação, oferecendo baixo consumo de energia e capacidade para suportar diversos dispositivos, as chamadas “coisas”, na mesma rede [16].

Tendo em vista ainda a necessidade de que eles se conectem à internet e suportem milhares de dispositivos, os protocolos que possuem suporte a redes IP são mais propensos a serem padronizados. Neste cenário o protocolo 6LoWPAN torna-se uma das principais ferramentas para que tudo esteja conectado [16].

##### A. Protocolo IEEE 802.15.4

Para suportar o 6LoWPAN este protocolo (802.15.4) realiza o controle de acesso e determina a camada física para redes sem fio pessoais de baixa taxa de transmissão de dados. A partir de sua utilização é possível ter uma economia efetiva no consumo de energia, pois os dispositivos permanecem a maior parte do tempo em estado inativo, e periodicamente ouvem o canal para saber se há alguma mensagem para eles. Por este motivo, tornou-se fundamental para tecnologias sem fio tendo como características principais o baixo consumo energético [17], podendo ser amplamente utilizado em cenários como redes industriais, automotivas, residenciais, entre outras.

A Figura 4 apresenta sua arquitetura básica comparada ao modelo de referência OSI.



Fig. 4. Comparação entre o modelo OSI e o padrão IEEE 802.15.4 [18].

Como é possível observar, o protocolo IEEE 802.15.4 atua somente nas camadas física e de enlace em relação ao modelo de referência OSI [18].

##### B. Rede 6LoWPAN

As redes 6LoWPAN possuem uma tecnologia que suporta a utilização do protocolo IPv6 em redes baseadas no protocolo IEEE 802.15.4-2003 (RFC 4944), permitindo um baixo

consumo energético e milhões de endereços IP, possibilitando o atendimento da demanda desta nova era da internet [17].

Inicialmente foi introduzido no mercado como concorrente do ZigBee, tecnologia que também utiliza o protocolo IEEE 802.15.4 [19], entretanto apresenta uma série de benefícios como [20]:

- Elimina a necessidade de *gateways* para se conectar às redes IP;
- Permite o uso de infraestruturas existentes ou tornar-se uma extensão delas em função das redes IP serem o padrão mais utilizado mundialmente;
- Conhecimento difundido em redes IP entre especialistas e empresas por todo o mundo, tornando fácil sua implementação;
- Ferramentas para gerenciamento e monitoração que já existem para redes IP podem ser utilizadas;
- Padrão aberto (criado pelo IETF).

Esta tecnologia possui entre suas características principais [21]:

- Opera na faixa de frequência de 2.4 GHz, 915 MHz e 868 MHz, com taxa de transmissão de 250 kbps, 40 kbps e 20 kbps, respectivamente, conforme definido pelas camadas físicas atualmente;
- Pacotes com *payload* pequenos em função do tamanho limitado do pacote pelo meio físico e tamanho do cabeçalho do IPv6. Isto acarreta também em um alto índice de compressão e fragmentação;
- Topologias estrela e *mesh*;
- Baixo custo e consumo de energia;
- Não há criptografia definida até o momento por este protocolo, entretanto sua segurança é provida pelo protocolo IEEE 802.15.4.

Em uma rede 6LoWPAN existem os dispositivos que podem se conectar entre si e com o PAN *Coordinator* que, por sua vez, é o principal controlador da rede. Este elemento escoa todo o tráfego de dados para as redes IP onde podem ser monitorados e gerenciados [20], conforme mostrado na Figura 5.

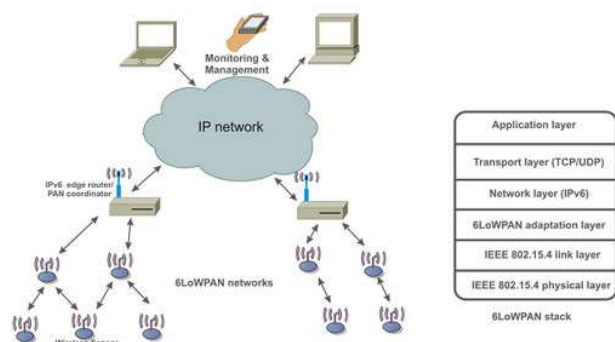


Fig. 5. Topologia de rede 6LoWPAN e sua pilha de protocolo [22].

Observa-se que na topologia de uma rede 6LoWPAN encontram-se dispositivos como sensores conectados entre si e com o PAN *Coordinator*, e através desses a conexão com a internet. É mostrado também a pilha de protocolos dessa

arquitetura, em que observa-se as camadas física e enlace no padrão 802.15.4. Pode-se observar ainda a inclusão da camada de adaptação, acima da camada de enlace, para implementação do 6LoWPAN.

### C. Rede ZigBee

As redes ZigBee foram criadas para terem um baixo custo, baixa potência de operação, baixo consumo energético, alcances curtos e baixas taxas de transmissão, a fim de prolongar a vida útil dos dispositivos que utilizassem dessa tecnologia, além de fornecer interoperabilidade de redes de sensores, aprimorar conectividade em aplicações de automação e facilitar o controle remoto [23].

Entre suas características tem-se como principais [23]:

- Possíveis configurações em diferentes topologias;
- Permite um alto número de dispositivos na rede;
- Interoperabilidade entre dispositivos que utilizam ZigBee com o mesmo *profile*;
- Interoperabilidade entre redes através *gateways*;
- Ajuste automático da rede em sua inicialização ou na inclusão de novo dispositivo através de redes em *mesh*.

A rede é composta por três elementos principais [24]:

- *Coordinator*: Responsável por gerenciar a rede desde sua inicialização e definição de canal para comunicação, assim como armazenar informações;
- Roteador: Responsável pelo roteamento de mensagens entre dispositivos da rede;
- *End Devices*: Dispositivos simples que trocam informações com os elementos da rede, geralmente cobertos com sensores.

Apesar das redes ZigBee serem as mais populares entre as redes com baixo custo e consumo energético, fatos como a não utilização do protocolo IP, massivo nas redes atuais, e terem seus *gateways* mais complexos por estarem na camada de aplicação, irão ofuscá-la diante das redes 6LoWPAN [19].

A Figura 6 apresenta a complexidade do *gateway* ZigBee/IP.

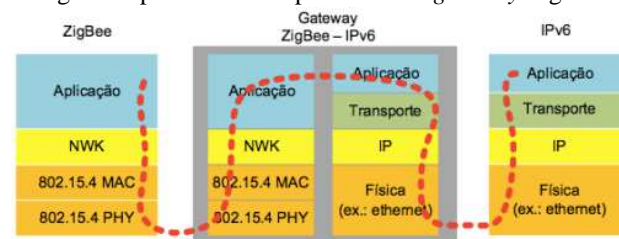


Fig. 6. Complexidade do gateway entre redes ZigBee e IP [18].

Observa-se o papel do *gateway* ZigBee-IPv6, permitindo a interoperabilidade entre a rede *ZigBee* e a rede IPv6. Pode-se verificar que o *Gateway*, para realizar a tradução entre as duas pilhas de protocolos, necessita processar até a camada de aplicação, o que resulta em sua complexidade [18].

## V. CIDADES INTELIGENTES

Uma cidade é um ecossistema formado por diversas áreas que somadas contribuem para sua manutenção e evolução.



Tendo em vista a perspectiva de que 6,3 bilhões de pessoas, 60% da população, viverá em centros urbanos até 2050 [25], o conceito de Cidade Inteligente deverá ser cada vez mais utilizado para que as cidades consigam se desenvolver de forma sustentável e eficiente, proporcionando mais conforto aos seus cidadãos [16].

Não há um conceito definido para Cidade Inteligente, entretanto, como mostra a Figura 7, pode-se descrever como uma cidade em que diferentes aspectos como infraestrutura, planejamento, gerenciamento e recursos humanos estejam todos integrados, visando melhor qualidade em todos os serviços [26].



Fig. 7. Integração de subsistemas e benefícios providos pela Cidade Inteligente [27].

Pode-se observar que essa integração de serviços, se bem executada, permite que sejam providos às pessoas inúmeros benefícios tais como consumo energético mais eficiente, construções e veículos inteligentes, com capacidade de se integrarem com diversos sistemas como segurança pública e controle de tráfego, sistemas de localização de vagas para estacionar veículos e melhor gerenciamento e eficiência de serviços de utilidade pública como coleta de lixo, fornecimento de água e energia, entre outros.

#### A. Energia e água

Com a escassez e o encarecimento do fornecimento de recursos como água e energia, foram desenvolvidos, por exemplo, medidores inteligentes para não só fazerem a leitura do consumo, mas também fazer análises dos horários de maior e menor consumo para ampliar, diminuir, agendar períodos de inatividade, acionar central ao identificar possíveis problemas como vazamento de água, utilização indevida da rede elétrica ou até cortar o fornecimento [28].

Com esses medidores é possível que o usuário possa controlar pelo celular seu consumo, e para os provedores de serviço fazer uma análise dos horários em que cada região de uma cidade tem seu consumo de baixa e de pico, podendo redistribuir o fornecimento de acordo com a necessidade. Aplicações como essas podem diminuir a utilização de recursos naturais além de aumentar o faturamento de empresas da área [29]. As redes inteligentes (*Smart Grids*) provêm essas

inovações e já estão em implantação no Brasil [30].

#### B. Serviços públicos

##### a. Saneamento

Lixeiras e bueiros inteligentes acionarão os serviços públicos de saneamento para coleta do lixo, de acordo com a aproximação do limite da capacidade e necessidade de limpeza, respectivamente [31]. Com essas ações poderão ser prevenidos alagamentos, antes causados por bueiros entupidos, por conta de lixos ou qualquer outro resíduo que possa estar impedindo a vazão da água.

##### b. Segurança

Com a instalação de centrais de monitoramento, câmeras e sensores espalhados, conectados e integrados por toda a cidade, é possível ter um controle eficiente sobre crimes e emergências, além de ações preventivas sobre situações de risco [32].

Câmeras de vigilância com softwares de reconhecimento facial podem detectar criminosas, informar a central de monitoramento e acionar a patrulha mais próxima do local. É possível também, através de análise dessas imagens, somadas a combinações com situações de crimes já ocorridas, detectar situações de risco e informar a central para avaliação [33].

Sensores com detecção de ruídos, fumaça e aumento de nível de água, podem indicar anormalidades e informar a central de monitoramento a localização exata da ocorrência para devida tratativa em tempo real [32].

Através de todos estes dados gerados, armazenados e analisados, podem ser emitidos relatórios e informados para estas centrais de monitoramento as áreas e períodos com maior índice de criminalidade, possibilitando o contingenciamento de patrulhas de forma mais efetiva.

##### c. Mobilidade urbana e transporte

Sistemas de gerenciamento e controle de tráfego integrados e inteligentes podem melhorar consideravelmente a eficiência e a segurança no trânsito.

Semáforos podem ficar por mais tempo fechados ou abertos de acordo com a análise do trânsito e dados estatísticos daquele determinado local, em um determinado período do dia.

Câmeras com sensores de ruído podem identificar um acidente e enviar imagens daquele local para uma central [31], além da possibilidade de já acionar órgãos como polícia e bombeiros para a ocorrência.

Aplicações que possam identificar vagas para estacionamento disponíveis em local mais próximo facilitam a mobilidade de veículos principalmente em grandes centros [31].

Pontos de ônibus inteligentes que serão integrados com sistemas que monitoram todos os ônibus e linhas, além do tráfego da cidade, permitirão ao usuário escolher o melhor trajeto, ter conhecimento dos horários previstos de partida e chegada e visualizar a localização do ônibus [31].

Já existem projetos para vias inteligentes que permitirão veículos elétricos recarregarem suas baterias através de energia armazenada em painéis solares instalados entre as camadas de asfalto, sensores detectarem a presença e aproximação de

pedestres ou animais na pista e se comunicarem com os carros informando a situação de risco, e *leds* substituírem as faixas, se acendendo a noite de acordo com a aproximação de veículos [34].

Veículos inteligentes que possam se guiar são previstos no mercado a partir de 2020, e a partir de 2030, veículos capazes de se guiarem sem a presença de uma pessoa [35].

Empresas de logística podem acompanhar sua frota durante todo momento e disponibilizar ao seu cliente essa informação para o acompanhamento das entregas [28].

Atualmente, aplicações como o Waze são capazes de informar ao usuário qual a melhor rota, com tempo mais curto para se chegar ao seu destino através de informações obtidas por GPS e do envio, por aplicações de outros usuários, de dados como velocidade, acidentes e barreiras nas vias [36].

#### *d. Saúde*

Dispositivos inteligentes serão utilizados por pessoas ou pacientes para que, remotamente, possam enviar dados às centrais de monitoração, onde serão analisados e, em caso de haver algum comportamento inesperado que possa provocar algum risco de vida ao paciente, alertas serem enviados tanto ao paciente como às instituições que prestam socorro para atendimento imediato [37].

Também será possível monitorar doenças crônicas e enviar estes dados em tempo real aos profissionais da saúde, para que ações sejam tomadas o mais rápido possível em caso de alguma anormalidade [38].

Para diagnósticos mais precisos e ágeis, dados coletados a partir de dispositivos remotos, exames clínicos e análises médicas, serão processados e analisados através do *Big Data* e ferramentas analíticas para prover resultados com maior exatidão possível [37].

#### *e. Educação*

Através do uso massivo de internet nas escolas, tendo cada aluno um dispositivo para acesso, é possível que todo o material didático como planejamento de aula, exercícios e vídeos para facilitar o ensinamento do conteúdo estejam à disposição de forma mais interativa [39].

O acesso a acervos digitais e bibliotecas *on-line* pode ser feito de forma instantânea tanto da escola quanto remotamente [39].

O monitoramento de notas, frequências e advertências pode ser feito e acompanhado pelos professores, pais e alunos através de aplicativos integrados com sistemas de controle de acesso e de gestão escolar [39]. Todos estes dados também podem ser colhidos e analisados pelo governo para que seja aferido o desempenho estudantil de alunos, cuja família participe de programas sociais.

#### *f. Governança*

A transparência dos dados do governo se tornará mais ampla nas Cidades Inteligentes. Informações de gastos públicos, projetos em execução assim como seu andamento, propostas em tramitação no congresso e serviços públicos e sociais deverão ser apresentadas para acompanhamento de toda a sociedade [40].

Através de aplicações que podem ser disponibilizadas aos cidadãos, consultas podem ser realizadas pela população com mais rapidez e decisões serem tomadas em conjunto com as pessoas. Dados também podem ser colhidos e analisados para que o planejamento para o crescimento das cidades seja feito de forma mais efetiva e sustentável [40].

#### *C. Setor fabril*

Soluções inteligentes embutidas em máquinas e sistemas de produção industrial, podem fazer a leitura de dados para que problemas com equipamentos sejam identificados e resolvidos previamente e processos sejam otimizados, buscando maior eficiência e redução de custos. É possível também fazer um controle sobre o estoque somado à análise de dados de mercado e pesquisas, para sugerir aumento ou diminuição de produção de determinado produto [41].

#### *D. Setor de varejo*

Como forma de atrair o cliente e aumentar a receita, deixar o consumidor mais confortável e melhorar as estratégias e processos de negócio, várias soluções estão sendo criadas para o varejo. Assim que o cliente entra na loja e seu *smartphone* se conecta a rede local, o estabelecimento pode enviar mensagens de boas-vindas, promoções e informações personalizadas de acordo com a análise de dados do seu perfil [42].

Existem também soluções como reconhecimento facial, que apresentam nas gôndolas em que o consumidor está olhando produtos sugeridos a partir de seu gênero, dispositivos de telepresença distribuídos pela loja, fazendo com que o cliente seja atendido de qualquer local no estabelecimento sem a presença de um vendedor, e até um espelho virtual onde o cliente pode experimentar uma roupa, por exemplo, sem ter que colocá-la [42].

Dispositivos podem monitorar o tempo em que cada cliente permanece na loja, quais áreas ele teve maior interesse e sensores, somados a etiquetas inteligentes, podem agilizar e tornar mais eficiente o controle de estoque, informando a necessidade de reposição de produtos [43].

#### *E. Construções*

Soluções provenientes de construções inteligentes podem trazer aos seus proprietários e usuários benefícios como economia, controle, segurança, sustentabilidade e uma maior conveniência.

A partir da utilização de sensores, as lâmpadas podem acender e apagar de acordo com a movimentação de pessoas, portões poderão se abrir à medida que o carro se aproxima, entre diversas outras funcionalidades [44].

Diversas plataformas estão sendo desenvolvidas para integração e controle de dispositivos e eletrodomésticos, para que usuários possam tomar ações sobre eles a partir de um único aplicativo no *smartphone* [45]. Além do controle de lâmpadas e portões, o ar-condicionado poderá ser ligado antes que se chegue na casa, dispositivos de segurança poderão enviar alertas para o usuário em qualquer eventualidade, geladeiras poderão fazer um inventário do que há em seu interior e baseado nas preferências de consumo do usuário, informá-lo do que precisa comprar e onde existe o produto com o melhor preço,

entre várias outras aplicações ainda nem imaginadas [44].

Ainda há espaço para desenvolvimento de inúmeros dispositivos e aplicações que integrados com outras áreas da cidade, poderão trazer mais conforto, segurança e comodidade às pessoas.

A Figura 8 ilustra um diagrama de fluxo simplificado relacionando as diferentes etapas na concepção e criação de serviços para as Cidades Inteligentes.



Fig. 8. Fluxo para concepção e criação de Cidades Inteligentes [46].

Observa-se que, com o desenvolvimento de tecnologias e plataformas voltadas para IoT, visando conectar e integrar dispositivos e áreas de interesse, inúmeras novas soluções para cidades inteligentes surgirão, no intuito de cada vez mais torná-las sustentáveis e melhor gerenciadas, visando o melhor convívio em sociedade.

## VI. CASES DE CIDADES INTELIGENTES

Existem vários *cases* de cidades inteligentes já implantados ou em implantação pelo mundo como, por exemplo, Chicago, Barcelona, Amsterdam, Songdo, Santander e Águas de São Pedro, no Brasil [7][47][39].

### A. Santander

A cidade de Santander, na Espanha, é conhecida mundialmente como pioneira na evolução para o nível de cidade inteligente, e se tornou um verdadeiro laboratório para testes de soluções [47]. Este projeto conta principalmente com o apoio da União Europeia e teve um investimento inicial de 6 milhões de dólares [48].

Os milhares de sensores espalhados e integrados pela cidade permitem diferentes serviços e aplicações tais como[47]:

- Estacionamento inteligente: Sensores instalados nas ruas permitem o monitoramento e notificação de vagas que estão disponíveis, além de painéis luminosos em cruzamentos que indicam a direção das vagas. Através de aplicativos você pode pagar pelo tempo em que permaneceu estacionado;
- Estação de tempo e qualidade do ar: Estações e sensores espalhados pela cidade permitem a leitura de dados como temperatura, clima, pressão e verificação da qualidade do ar [49];
- Iluminação urbana inteligente: Sensores identificam quando ruas estão vazias e diminuem a luminosidade das

lâmpadas dos postes, entretanto ao detectar a aproximação de pessoas ou veículos, voltam ao nível normal de luminosidade. É possível também identificar quando lâmpadas necessitam ser trocadas;

- Sistema de transporte inteligente: Permite informar, através de sensores e integração de sistemas, os níveis de ocupação em determinados horários, rotas alternativas para determinado percurso e localização dos ônibus [49];
- Monitoramento de trânsito: Permite informar a intensidade do trânsito e prover mapas informando áreas de congestionamento e tráfego livre;
- Gerenciamento de lixo: Sensores identificam quando as lixeiras estão próximas de sua capacidade máxima e informam a necessidade de coleta do lixo, otimizando assim todo o processo de logística para tal atividade;
- Irrigação inteligente: Sensores identificam quando o solo realmente está seco, para que seja feita a irrigação. Este sistema é utilizado em parques e contribui para a redução do consumo de água e controle de umidade do solo;
- Códigos de barras nos vidros de lojas: Estes *QR barcode* podem ser lidos por aplicativos de *smartphones*, para fornecer informações sobre a loja juntamente com o endereço para acesso à página *web* do estabelecimento. A apresentação de promoções, produtos e dados atrativos podem alavancar as vendas sem mesmo o usuário entrar na loja;
- Realidade aumentada: Aplicativos permitem apresentar informações de locais ou monumentos ao serem apontados pela câmera do *smartphone* [48];
- *E-government*: Aplicativos permitem que cidadãos ou até mesmo turistas possam interagir com os órgãos públicos, a fim de visualizar dados como gastos e programas sociais, como também reportar qualquer incidente que possa ocorrer na cidade, tornando mais rápido e transparente a sua resolução;

Pode-se observar a quantidade e a diversidade de serviços oferecidos. Com seus mais de 12000 sensores espalhados pela cidade, e total engajamento dos órgãos públicos e dos cidadãos, a finalidade desse projeto foi, e continua sendo, desenvolver e testar soluções inteligentes visando aumentar sua eficiência e oferecer melhores serviços, por parte dos órgãos públicos, facilitando a vida dos seus cidadãos [48].

### B. Águas de São Pedro

O projeto de criação de uma cidade inteligente em Águas de São Pedro, interior de São Paulo, conta com o apoio de uma operadora de telecomunicações e teve início com a reestruturação de toda sua tecnologia de comunicação, implantação de fibra óptica e rede 4G-LTE por toda a cidade, aumentando a capacidade e cobertura para transmissão dos dados [39].

Na sequência do projeto, tecnologias de IoT foram e estão sendo aplicadas em áreas como [39]:

- Saúde: Fornecimento de tecnologias que permitem o acompanhamento do quadro clínico dos pacientes de forma *on-line*, agendamento de consultas via *web* e disponibilização de centrais para atendimento

especializado por telefone 24 horas por dia;

- Turismo: *Totens* digitais foram instalados pela cidade, permitindo aos turistas conhecerem atrações, eventos e várias outras informações relevantes. Aplicativos também podem informar localizações e rotas para deslocamento até locais de seu interesse;
- Educação: Fornecimento de *tablets* para utilização em escolas, disponibilização de acesso à bibliotecas e conteúdos educativos na nuvem, e aplicativos para gestão de notas e frequências;
- Mobilidade urbana: Através de sensores instalados nas vias e integrados a uma plataforma central, é possível localizar vagas disponíveis através de um aplicativo instalado no *smartphone*;
- Iluminação pública: Sensores, ao detectar ruas vazias, diminuem a luminosidade das lâmpadas dos postes, visando reduzir o consumo energético;
- Controle de tráfego: Sensores instalados nas vias permitem coletar dados como velocidade do trânsito, congestionamentos, entre outros, e informar órgãos com a finalidade de aperfeiçoar a gestão de tráfego.

A implementação de um projeto como este coloca o Brasil como um dos importantes desenvolvedores de tecnologias e soluções voltadas para cidades inteligentes. Tantas outras cidades brasileiras, além de São Pedro, já se encontram com seus projetos implementados e em implementação, esses com maior ou menor abrangência de serviços. O informativo *Connected Smart Cities*, baseado no Ranking *Connected Smart Cities*, estudo publicado em 2015 pela consultora Urban Systems, apresenta alguns desses projetos de cidades inteligentes e os principais serviços disponibilizados. [50][51]

## VII. CONCLUSÕES

As inovações trazidas pela Internet das Coisas, somente foram possíveis graças aos avanços tecnológicos sobre a redução dos tamanhos e custos de dispositivos, desenvolvimento de novas tecnologias para conexões sem fio com baixo consumo energético, busca por fontes renováveis de energia, aumento da capacidade de transmissão de dados e desenvolvimento de padrões e plataformas para integrar todos os dispositivos.

Com a possibilidade de tudo estar conectado, desenvolvimentos voltados para cidades inteligentes ganham espaço cada vez maior, pois trazem benefícios às pessoas. A interação de sistemas entre áreas e setores da cidade permitirá maior comodidade, segurança e redução de custos e de recursos naturais.

Para áreas de governanças, a aplicação de Cidades Inteligentes torna-se fundamental visando a otimização e a transparência de gastos públicos, visto a perspectiva do alto crescimento populacional nas cidades para os próximos anos.

Com todas as inovações em dispositivos e aplicações já existentes e as inúmeras possibilidades ou projetos em fase de prospecção ou implementação, certamente a IoT destaca-se como uma nova era tecnológica que mudará de maneira

significativa o modo de interação entre as pessoas, o mundo e “as coisas”.

## REFERÊNCIAS

- [1] An Introduction to the Internet of Things (IoT) (on-line). Disponível em <[http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/trends/iot/introduction\\_to\\_IoT\\_november.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/introduction_to_IoT_november.pdf)>. Acesso em 2016.
- [2] What is the internet of things? (on-line). Disponível em <<https://www.theguardian.com/technology/2015/may/06/what-is-the-internet-of-things-google>>. Acesso em 2016.
- [3] Negócios com IoT atingem US\$ 31 bi em cinco anos (on-line). Disponível em <<http://www.telesintese.com.br/negocios-com-iot-atingem-us-31-bi-em-cinco-anos/>>. Acesso em 2016.
- [4] MADDOX, TEENA. The world's smartest cities: What IoT and smart governments will mean for you (on-line). Disponível em <<http://www.techrepublic.com/article/smart-cities/>>. Acesso em 2016.
- [5] Gartner Says Smart Cities Will Use 1.6 Billion Connected Things in 2016 (on-line). Disponível em <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3175418>>. Acesso em 2016.
- [6] VERMESAN, O, FRIESS, P. How the Internet of Things Works (on-line). Disponível em <<http://computer.howstuffworks.com/internet-of-things.htm>>. Acesso em 2016.
- [7] MITCHELL, S, VILLA, N, STEWART, M, LANGE, A. The Internet of Everything for Cities (on-line). Disponível em <[http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/industries/docs/gov/everything-for-cities.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/gov/everything-for-cities.pdf)>. Acesso em 2016.
- [8] Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems (on-line). Disponível em <[http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging\\_Technologies\\_for\\_Smart\\_Environments\\_and\\_Integrated\\_Ecosystems\\_IERC\\_Book\\_Open\\_Access\\_2013.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf)>. Acesso em 2016.
- [9] LEMOS FORMAN, JOHN. Como a Internet das Coisas já está mudando o universo do TI e de seus usuários (on-line). Disponível em <<http://www.ti maior.com.br/m/capa-4/artigo-internet-das-coisas/>>. Acesso em 2016.
- [10] EVANS, DAVE. The Internet of Things – How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything (on-line). Disponível em <[http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)>. Acesso em 2016.
- [11] R. WEBER, ROLF. Internet of Things – New security and privacy challenges (on-line). Disponível em <[https://www.researchgate.net/profile/Rolf\\_Weber3/publication/222708179\\_Internet\\_of\\_Things\\_-\\_New\\_security\\_and\\_privacy\\_challenges/links/0c96053cab03fee371000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rolf_Weber3/publication/222708179_Internet_of_Things_-_New_security_and_privacy_challenges/links/0c96053cab03fee371000000.pdf)>. Acesso em 2016.
- [12] POZZEBON, RAFAELA. O que é Big Data? (on-line). Disponível em <<https://www.oficinadanet.com.br/post/13252-o-que-e-big-data>>. Acesso em 2016.
- [13] Big Data - O que é e por que é importante? (on-line). Disponível em <[http://www.sas.com/pt\\_br/insights/big-data/what-is-big-data.html](http://www.sas.com/pt_br/insights/big-data/what-is-big-data.html)>. Acesso em 2016.
- [14] Getting Value From Big Data – How, When And Why? (on-line). Disponível em <[http://www.grtcorp.com/solutions/data\\_warehouse\\_business\\_intelligence/big-data](http://www.grtcorp.com/solutions/data_warehouse_business_intelligence/big-data)>. Acesso em 2016.
- [15] PRADO, EDUARDO. Internet das Coisas: Uma “Babel” de Protocolos! (on-line). Disponível em <<http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=site&infoid=37911>>. Acesso em 2016.
- [16] PAWAR, SATISH PHAKADE. Smart City with Internet of Things (Sensor networks) and Big Data (on-line). Disponível em <[http://www.academia.edu/5276488/Smart\\_City\\_with\\_Internet\\_of\\_Things\\_Sensor\\_networks\\_and\\_Big\\_Data](http://www.academia.edu/5276488/Smart_City_with_Internet_of_Things_Sensor_networks_and_Big_Data)>. Acesso em 2016.
- [17] Low-power Wi-Fi (on-line). Disponível em <[http://www.gta.ufrj.br/ensino/ee1879/trabalhos\\_vf\\_2012\\_2/lpwifi/6LoWPAN.html](http://www.gta.ufrj.br/ensino/ee1879/trabalhos_vf_2012_2/lpwifi/6LoWPAN.html)>. Acesso em 2016.
- [18] LUÍS DO SANTOS, ROGÉRIO. Internet das Coisas e 6LoWPAN (on-line). Disponível em <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3599/1/CT\\_GESE\\_R\\_V\\_2014\\_12.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3599/1/CT_GESE_R_V_2014_12.pdf)>. Acesso em 2016.



- [19] SARTO, JEN. ZigBee VS 6LoWPAN for Sensor Networks (on-line). Disponível em <<https://www.lsr.com/white-papers/zigbee-vs-6lowpan-for-sensor-networks>>. Acesso em 2016.
- [20] SCHÖNWÄLDER, JÜRGEN. Internet of Things: 802.15.4, 6LoWPAN, RPL, COAP (on-line). Disponível em <<https://www.utwente.nl/ewi/dacs/colloquium/archive/2010/slides/2010-utwente-6lowpan-rpl-coap.pdf>>. Acesso em 2016.
- [21] KUSHALNAGAR, N, MONTENEGRO, G, SCHUMACHER, C. RFC4919 - IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals (on-line). Disponível em <<https://tools.ietf.org/html/rfc4919#section-2>>. Acesso em 2016.
- [22] IPv6 Based monitoring and management of wireless sensor networks (on-line). Disponível em <<http://www.ernet.in/Rnd/lowpan.html>>, 2016.
- [23] ZigBee (on-line). Disponível em <[http://www.gta.ufrrj.br/grad/10\\_1/zigbee/introducao.html](http://www.gta.ufrrj.br/grad/10_1/zigbee/introducao.html)>. Acesso em 2016.
- [24] ZigBee: Aplicações (on-line). Disponível em <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialzigbee/pagina\\_2.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialzigbee/pagina_2.asp)>. Acesso em 2016.
- [25] HELMY, YASSER. Smart+Connected – Communities Solutions for a Smart City (on-line). Disponível em <<http://www.cisco.com/web/offer/emear/38586/images/Presentations/P15.pdf>>. Acesso em 2016.
- [26] O que é Cidade Inteligente? (on-line). Disponível em <<http://www.urbarne.com.br/blog/o-que-e-cidade-inteligente/>>. Acesso em 2016.
- [27] Cidades Mais Inteligentes (on-line). Disponível em <[http://www.ibm.com/smarterplanet/br/pt/smarter\\_cities/overview/](http://www.ibm.com/smarterplanet/br/pt/smarter_cities/overview/)>. Acesso em 2016.
- [28] Internet of Things (IoT) – What it is and why it matters (on-line). Disponível em <[http://www.sas.com/pt\\_br/insights/big-data/internet-das-coisas.html#iotusers](http://www.sas.com/pt_br/insights/big-data/internet-das-coisas.html#iotusers)>. Acesso em 2016.
- [29] The Internet of Things explained (on-line). Disponível em <<http://www.i-scoop.eu/internet-of-things/>>. Acesso em 2016.
- [30] Smart Grid (on-line). Disponível em <<http://www.cpf.com.br/energias-sustentaveis/sites-tematicos/smart-grid/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 2016.
- [31] PromonLogicalis apresenta cidade conectada na FUTURECOM 2015 (on-line). Disponível em <<http://www.br.promonlogicalis.com/noticias/promonlogicalis-apresenta-cidade-conectada-na-futurecom-2015/>>. Acesso em 2016.
- [32] Smart City and Safe City / City Surveillance Projects (on-line). Disponível em <<https://www.linkedin.com/pulse/smart-city-safe-surveillance-projects-sudhir-kumar>>. Acesso em 2016.
- [33] Cidades Inteligentes - “Smart Cities” – Infraestrutura tecnológica: caracterização, desafios e tendências (on-line). Disponível em <[http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit\\_14\\_15/uploads/relat\\_GI32.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit_14_15/uploads/relat_GI32.pdf)>. Acesso em 2016.
- [34] Estradas do futuro: rodovias inteligentes que pensam por você (on-line). Disponível em <<http://engebras.com.br/index.php/estradas-do-futuro-rodovias-inteligentes-que-pensam-por-voce/>>. Acesso em 2016.
- [35] No futuro, carros inteligentes vão dispensar motoristas (on-line). Disponível em <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/no-futuro-carros-inteligentes-va-dispensar-motoristas>>. Acesso em 2016.
- [36] A internet das coisas e o futuro de imóveis e cidades (on-line). Disponível em <<http://www.vivareal.com.br/vivacorretor/a-internet-das-coisas-e-o-futuro-de-imoveis-e-cidades/>>, 2016.
- [37] FAGUNDES, EDUARDO. IoT, Big Data, Analytics e os serviços de saúde (on-line). Disponível em <<http://efagundes.com/artigos/iot-big-data-analytics-e-os-servicos-de-saude/>>. Acesso em 2016.
- [38] Mercado de IoT na saúde atingirá US\$ 410 bilhões em 2022. (on-line). Disponível em <<http://forumsaudedigital.com.br/mercado-de-iot-na-saude-atingira-us-410-bilhoes-em-2022/>>. Acesso em 2016.
- [39] Internet das Coisas num Cenário de Cidades Inteligentes: Um Estudo de Caso Sobre os Impactos na Logística Empresarial (on-line). Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_206\\_222\\_27417.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_222_27417.pdf)>. Acesso em 2016.
- [40] Role of technology in SMART governance – “Smart City, Safe City” (on-line). Disponível em <<http://pt.slideshare.net/KrityanandUNESCOclub/mkm-smart-city-paper>>. Acesso em 2016.
- [41] The Internet of Things Will Make Manufacturing Smarter (on-line). Disponível em <<http://www.industryweek.com/manufacturing-smarter>>. Acesso em 2016.
- [42] Mercado de IoT na saúde atingirá US\$ 410 bilhões em 2022 (on-line). Disponível em <<http://www.fecomercio.com.br/noticia/varejo-brasileiro-se-prepara-para-internet-das-coisas>>. Acesso em 2016.
- [43] A internet das coisas (IoT) no setor de varejo (on-line). Disponível em <<http://www.generalshopping.com.br/ShowNoticias.aspx?idMateria=CoYq/LpAPemouvduX6TPw==>>. Acesso em 2016.
- [44] As vantagens de uma casa inteligente e por que isso pode ser importante (on-line). Disponível em <<http://idgnow.com.br/internet/2015/01/27/as-vantagens-de-uma-casa-inteligente-e-por-que-isso-pode-ser-importante/>>. Acesso em 2016.
- [45] Casas inteligentes controladas por apps se aproximam da realidade (on-line). Disponível em <<http://olhardigital.uol.com.br/video/casas-inteligentes-controladas-por-apps-se-aproximam-da-realidade/39822>>. Acesso em 2016.
- [46] Smart Cities Padrões e Desafios (on-line). Disponível em <<http://www.sucesuba.org.br/congresso2015/arquivos/SMART%20CITI ES.pdf>>. Acesso em 2016.
- [47] Spain's Santander hailed as global pioneering 'smart city' (on-line). Disponível em <<http://www.thelocal.es/20160409/spains-santander-becomes-global-pioneering-smart-city>>. Acesso em 2016.
- [48] Conheça Santander, a cidade inteligente (on-line). Disponível em <<http://ecoredesocial.com.br/2013/11/conheca-santander-a-cidade-inteligente/>>. Acesso em 2016.
- [49] Cidades Inteligentes (on-line). Disponível em <<http://pt.slideshare.net/cpqd/smart-cities-a-experiencia-telefonica>>. Acesso em 2016.
- [50] *Connected Smart Cities* – Cidades inteligentes do Brasil. (Online) Disponível em: <[https://issuu.com/connectedsmartcities/docs/cat\\_logo\\_connected\\_smart\\_cities\\_20](https://issuu.com/connectedsmartcities/docs/cat_logo_connected_smart_cities_20)>. Acesso em 2016.
- [51] *Ranking Connected Smart Cities*. (Online) Disponível em: <<http://www.urban-systems.com.br/reports/ler/ranking-connected-smart-cities-elegeu-as-cidades-mais-inteligentes-do-brasil>>. Acesso em 2016.

**Tarciso de Jesus Pereira Junior** natural de Baependi, MG, nascido em 12 de março de 1990. Graduado em Engenharia da Computação pelo INATEL – Instituto Nacional de Telecomunicações, em 2012 e pós graduando em Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações também pelo INATEL. Durante o segundo semestre de 2009 foi monitor da disciplina de Algoritmos e Estrutura de Dados II no INATEL. No início de 2012 ingressou na empresa *PromonLogicalis Latin America*, situada em São Paulo, SP, na área de Engenharia de Redes, onde atuou como estagiário por 6 meses, e desde então atua como profissional efetivo. Durante 2012 e 2013 atuou como Analista de Redes com foco em Routing&Switching para *Service Provider*. Desde 2014 atua como Coordenador de Projetos para cliente em *Service Provider e Enterprise* atendendo a diversos tipos de soluções como Routing&Switching, *Unified Communications*, *Access* e *Security*. Tem interesse nas áreas de Redes de dados, SDN, IoT e Gerenciamento de Projeto.

**Edson Josias Cruz Gimenez** - graduação em Engenharia Elétrica pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (1987), especialização em Informática Gerencial pela Faculdade de Administração e Informática (1994), especialização em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1987) e mestrado em Telecomunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (2004). Professor titular do Inatel.