

A Internet das Coisas (IoT): Cenário e Perspectivas no Brasil e Aplicações Práticas

Carlos Eduardo Pinto Pereira¹, Fabiano Valias de Carvalho²

Abstract— The Internet of Things (IoT) has grown in several areas in the recent years. One of the ascending areas of IoT is health, mainly in Brazil. This paper approaches the IoT situation in Brazil, implementation barriers, as well as socioeconomic impacts related to technology. Practical examples of IoT will be describe throughout the text.

Index Terms— Internet of Things, IoT, Health Intelligence, wearables, challenges.

Resumo— As aplicações da Internet das Coisas (IoT) tem crescido em diversas áreas nos últimos anos. Uma das áreas ascendentes na utilização de IoT é a saúde, principalmente no Brasil. Este trabalho faz uma abordagem da situação da IoT no Brasil, barreiras de implementação, assim como o impacto socioeconômico relacionado à tecnologia. Exemplos práticos da IoT serão descritos ao longo do texto.

Palavras chave— Internet das Coisas, IoT, saúde inteligente, dispositivos vestíveis, desafios.

I. INTRODUÇÃO

A Internet é uma das maiores revoluções tecnológicas criadas pela humanidade, ela se tornou parte integrante do dia a dia de empresas, setor público e indivíduos, ao ponto que a tecnologia passou a ser indistinguível e indispensável. Uma grande mudança tecnológica está acontecendo mundialmente e está centrada em torno da Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*), principalmente devido aos avanços tecnológicos no desenvolvimento de hardware mais acessíveis, que tornou os custos de produção mais baratos, além da redução de peso, tamanho e baixo consumo energético; e consequentemente alavancou a crescente criação de dispositivos inteligentes como sensores vestíveis (*wearables*) [1, 2, 3].

A Internet das coisas advém da evolução da tecnologia de comunicação Máquina-a-Máquina (M2M) que através da interconexão das “coisas” ou objetos inteligentes, visa enfatizar, além da monitoração e controle, os processos de otimização e autonomia. Desde 1999, quando surgiu pela primeira vez o termo Internet das Coisas pelo pesquisador Kevin Ashton, podemos observar uma grande revolução nesse setor com expansão em diversas áreas como: cidades e carros inteligentes, agricultura, saúde e outros. No cenário atual, os

objetos inteligentes vêm ocupando cada vez mais um espaço permanente na vida das pessoas. A IoT permite que esses objetos se conectem à Internet, e essa conexão se torna essencial para que haja a coleta de informações, interação desses objetos entre si e com pessoas, podendo controlá-los remotamente com bases nas informações recebidas, criando novos padrões no âmbito social e organizacional. Dessa forma, gera grande avanço não apenas no setor acadêmico e industrial como também no setor de negócios através da inovação, empreendedorismo, mudança de oferta de produtos e serviços, geração de receita e valor no mundo empresarial [1, 3, 11].

Apesar de ser uma realidade, não há um significado único para IoT. O primeiro conceito, para TIC (tecnologia de informação e comunicação), foi descrito em 2005 pela *International Telecommunication Union* (ITU), sendo: “conexão de todos os objetos e dispositivos do cotidiano a todos os tipos de redes: intranets, redes *peer-to-peer* e a Internet global que se conhece”. No entanto, pode ser descrita também como uma derivação de conceitos provenientes de computação ubíqua, pervasiva, “*things that think*”, “ambiente *intelligence*” e “*silente commerce*”, *web of things*, dentre outros. Descrito de forma mais abrangente como: “A Internet das Coisas permite que pessoas e coisas possam se conectar a qualquer hora, em qualquer lugar, com qualquer coisa, utilizando qualquer caminho, rede ou serviço” [6, 9, 10, 12, 13].

Através da combinação de diversas tecnologias, a Internet das Coisas tem encurtado a distância de monitoramento e gerenciamento de processos de maneira crescente nos últimos anos, possibilitando que bilhões de dispositivos estejam conectados em 2020, ocasionando mudanças de processos e comportamento. Portanto, a IoT é a tecnologia da atualidade que traz inovações tecnológicas nunca antes imaginadas e pode ser aplicada em diversos ramos. Dessa forma, poderá influenciar futuramente a forma de interação das pessoas com o mundo físico. Por exemplo, veículos, máquinas, residências, elementos de infraestrutura vêm se conectando e podem ser fontes de informações, assim como de tomada de ações e decisões independentes. Através da IoT é possível, como por exemplo na área médica, monitorar a pressão arterial de um

paciente de forma remota e gerar alertas de risco de problemas cardíacos que necessitem de pronto-atendimento. Logo, muitos especialistas convergem sua opinião de que o IoT é extremamente dependente dos serviços de telecomunicações e que será necessária infraestrutura capaz de suportar o crescente volume de tráfego, armazenamento e processamento dos dados gerados, de forma eficaz e segura [3,5,6,8,12,14, 15].

Por outro lado, a IoT pode proporcionar grande impacto na economia e na produtividade do país com ganhos gerados pela otimização e automação de processos e pela diminuição da necessidade de intervenção humana. Um exemplo disso, é a tecnologia de telefonia celular 5G que admitirá a conexão de bilhões de aparelhos e já nasce com o pensamento da rede voltada para a IoT. Entretanto, essa possibilidade tecnológica alcançada com a IoT é vista como um fator preocupante devido ao crescimento do setor estar sendo conduzido por organizações que priorizam aspectos econômicos e que em muitas situações, não se atentam aos riscos levados para os seus consumidores por suas soluções criadas, podendo trazer grandes desafios relacionados à sua implementação e também às questões de segurança da informação obtida, tratada e transmitida [1,3,5,8].

O objetivo principal deste trabalho é descrever a situação da Internet das Coisas no Brasil. E, em segundo plano, mostrar as possibilidades de aplicação da IoT em diversos setores como na área da saúde. Assim como, verificar as barreiras para o uso e o desenvolvimento dessas aplicações no Brasil, abordando os benefícios e os impactos socioeconômicos do uso dessa tecnologia.

II. SITUAÇÃO DA IOT NO BRASIL

No Brasil, ao contrário de diferentes países, os pensamentos ainda estão imaturos com relação a necessidade de se incorporar políticas públicas que visam implementar e compreender a importância do IoT no país. O Fórum Brasileiro de Competitividade de Internet das Coisas (IoT Brasil), desde 2011, se pauta em debater como as empresas brasileiras irão adequar a praticidade e a aplicação da Internet das Coisas em seus produtos e serviços adaptando às conveniências do país. Entretanto, mesmo com o panorama fornecendo perspectivas promissoras, inúmeros impedimentos são identificados para que a IoT possa, verdadeiramente, operar de forma ideal e satisfatória. Elgan, em 2014, ressaltou que a IoT possui dois fatores críticos. O primeiro problema é o interesse de inúmeras empresas em adquirir tanto o controle do funcionamento da IoT como os pontos de acesso, sem criar uma padronização universal, tornando as “coisas” incompatíveis e impedindo a conexão plena entre dispositivos de diferentes fabricantes. Por outro lado, o segundo entrave se refere à segurança, pois como não existe padronização nas regras de implementação da segurança nos dispositivos ou “coisas” conectáveis, várias aberturas são encontradas pelos hackers, pois esses dispositivos não exigem protocolos desejáveis como: integridade, confidencialidade e disponibilidade, causando a incapacidade do sistema IoT de identificar e tratar problemas como ataques de negação de serviços (*Denial of Service - DoS*). Existem ainda outras indagações quanto à aplicabilidade e ao amplo funcionamento da IoT, devido a esse desenvolvimento

tecnológico estar atrelado aos interesses dos grupos que detêm esse ramo. Logo, Sakamoto, em 2014, complementou com outras reflexões como: a incerteza sobre quais grupos de interesses estarão comprometidos no desenvolvimento e controle dos softwares e protocolos; e interrogando sobre quem serão os responsáveis pelos aspectos de implementação e segurança dos dados da IoT. [10]

Neste contexto, o *Hype Cycle* de Gartner, que é usado para mostrar o progresso da evolução e maturidade das tecnologias, destaca a relevância da IoT nos próximos anos [9]. Com base nessa proposta, a Câmara de IoT foi instituída através da iniciativa do governo brasileiro com finalidade de criar políticas públicas, promover e conduzir o desenvolvimento de soluções de M2M e IoT para o mercado nacional, incluindo a exportação de produtos e serviços. Por ter representantes de vários setores como: Governo, iniciativa privada, academia e centros de pesquisa, permite debater aspectos que englobam a privacidade de dados, segurança das informações, tributação, regulação, incentivo ao desenvolvimento de soluções, entre outros. Como resultado dessas discussões, pode-se esperar que o Brasil possa usufruir dos benefícios dessa tecnologia e suas aplicações no mercado. Além disso, poderá acarretar no impulso de pesquisa e desenvolvimento de soluções inovadoras, criação de mão de obra com qualificação, um aumento da eficiência produtiva e a melhora da situação da balança comercial de produtos e serviços do país. Em dezembro de 2016, em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC, após processo de seleção pública, o BNDES contratou estudo técnico para elaborar um plano de ação para o Brasil em IoT [5, 16].

Todavia, de acordo com a pesquisa conferida pela Confederação Nacional das Indústrias de 2015, empresários, empreendedores brasileiros e os esforços do governo para criar uma cultura de inovação nas empresas, ainda não surtiram resultados satisfatórios. Nesse levantamento, foi constatado que 62% dos empresários consideram o grau de inovação das empresas no Brasil baixo ou extremamente baixo. Dentre os obstáculos apontados estão a ausência de políticas de incentivo do governo, a dificuldade de interação entre empresas e órgãos de pesquisa, e o baixo nível de especialistas no assunto. [8]

A. Impacto Socioeconômico

Em relação ao impacto socioeconômico, há uma discussão crescente sobre as perspectivas e previsões da IoT no Brasil e no mundo. Segundo a Cisco 2014, aproximadamente 50 bilhões de dispositivos estarão conectados em 2020, conforme mostra a Tabela I. Como o Brasil é uma das maiores economias em crescimento no âmbito mundial e considerado o quarto mercado em M2M, segundo os dados do Ministério das Comunicações, desempenhará uma função relevante no mercado de IoT juntamente às grandes empresas, entre elas: Google, Cisco, Telefônica, General e Ceitec. Estima-se que em 2025 teremos mais de 100 milhões de objetos conectados no Brasil comparado a apenas 20 milhões em 2015, devido à diminuição das barreiras de implementação que serão discutidas neste artigo. Os dados dessa projeção de IoT no mundo ainda são hipotéticos, variando de cerca de 28 bilhões de dispositivos

conectados e alcançando 50 bilhões de dispositivos até 2020. O impacto econômico da Internet das Coisas no Brasil é promissor, acredita-se que mais de 2 milhões de novos empregos serão criados a partir dessa nova tecnologia, com o provável aumento do PIB brasileiro para mais de 122 bilhões de reais em 10 anos [4,7,8].

A *International Data Corporation* (IDC) prevê que o mercado de IoT chegará a US\$ 7,1 trilhões em 2020. A Cisco estima que a IoT pode acrescentar US\$ 352 bilhões na economia brasileira até a mesma data, sendo a maioria dos projetos relacionados ao setor de iniciativa privada que deve aumentar pelo menos em 20% no volume de recurso. O Brasil lidera os investimentos na América Latina e essas empresas pretendem investir ainda mais em iniciativas relacionada à IoT. Um exemplo desse crescimento são os dados da Teleco que projetam que aproximadamente 22 milhões de carros e 17 milhões de casas estarão conectados em 2025. Adicionalmente, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) estima que nos próximos 25 anos haverá investimento crescente para modernização de infraestruturas das cidades. É esperado que a implementação da IoT no cotidiano irá mudar pessoas e empresas e a forma como interação com o mundo virtual, pelo aumento do número de informações disponíveis, aumento da produtividade e redução de custos global [1,7,8].

TABELA I
ESTIMATIVAS DE DISPOSITIVOS CONECTADOS

Autor	Estimativa	Fonte
Forbes 2014	> 40 bilhões de dispositivos conectados até 2020.	[3]
Terra 2013	50 bilhões de equipamentos conectados até 2020.	[8]
Gentili 2015	13,4 bilhões de dispositivos conectados, 130 milhões no Brasil	[8]
Teleco	30 milhões de medidores inteligentes em 2025 no Brasil 9 milhões de objetos conectados na indústria no Brasil 2 milhões de objetos conectados nas cidades inteligentes em 2025 no Brasil	[7]
Gartner 2013	incremento de receita > 300 bilhões de dólares até 2020 1,9 trilhão de dólares na economia global segmentos na liderança da IoT serão a manufatura (15%), a saúde (15%) e os seguros(11%).	[6]
IdC Brasil	130 milhões de dispositivos conectados em 2015 o mercado de IoT crescerá para cerca de US\$ 15,6 bilhões em 2020.	[5]

No Brasil, os dispositivos vestíveis chamados de *wearables* são considerados os mais desenvolvidos dentro da tecnologia de IoT, principalmente na área da saúde. A Teleco estima que 17 milhões de dispositivos estarão conectados em 2025 na saúde, principalmente, se houver apoio governamental à criação de regulamentação no setor [1].

B. Desafios para Implementação da IoT

Como toda tecnologia inovadora a IoT encontrará desafios no que se diz respeito à implementação, principalmente em países em crescimento como o Brasil. As principais barreiras a

serem superadas são: falta de ecossistema favorável (dispositivos e equipamentos adequados) e falta de segurança, privacidade e confiabilidade dos dados.

O volume de dados é exorbitante, por isso é necessária uma infraestrutura que suporte os dispositivos conectados a esse volume de informações. Além disso, com o aumento das conexões pode haver maior chance de falhas nos sistemas, levando à vulnerabilidade na tecnologia [1,8].

Muitos segmentos da IoT já se tornaram uma realidade, mas alguns obstáculos precisam ser superados para que essa tecnologia se torne presente em nossa vida cotidiana, assim como em todas os ecossistemas verticais (ou seja, setores de implementação da IoT, como por exemplo, saúde, agricultura, indústria, etc). Assim, pode-se ressaltar alguns dos problemas e desafios mais relevantes enfrentados atualmente. Estes são:

1. Segurança: em um mundo cada vez mais conectado, onde “coisas” se conectam com “coisas” e pessoas, a segurança é uma questão cada vez mais complexa de se conseguir e assim é uma das principais barreiras que impedem a efetiva adoção da IoT. Devido esse cenário, as ameaças passaram de pontuais para amplamente distribuídas, porque um dispositivo pode ser usado como ponto de partida para atacar outros dispositivos e também sistemas inteiros. Logo, esses devem possuir mecanismos de segurança resilientes para evitar ataques massivos em DDoS (*Distributed Denial of Service*). Na camada de conectividade, as redes móveis disponibilizam mecanismos robustos de segurança e privacidade. Embora as redes 5G ainda estejam em desenvolvimento, já se é esperado que esse sistema suporte um ecossistema avançado e confiável, no quesito de segurança, que alavancará novos modelos de negócios IoT/M2M. Portanto, o Estado deve dedicar empenho na elaboração de uma Política Nacional de Segurança Cibernética adequada para responder, identificar e prevenir ameaças aos sistemas IoT/M2M e às infraestruturas críticas. [2,3,5]

2. Privacidade - À medida que a proliferação de sensores se torna mais presente mundialmente, muitos dos dados que os dispositivos reunirão serão específicos para os indivíduos e para suas atividades. Estes dados podem variar desde padrões de compras e transações até informações de saúde, como por exemplo, através de dispositivos *wearables*. Logo, esses dados têm grande valor econômico para as empresas. As organizações agora estão discutindo quem será o dono desses dados e como os indivíduos poderão controlar com quem os dados serão compartilhados e se optarão por compartilhar. Portanto, existe também a privacidade por parte das empresas, que muitos dos seus dados podem expor segredos estratégicos de investimentos e projetos em nichos de mercados podendo diminuir sua vantagem competitiva. [2,8]

3. Grandes volumes e análise de dados - com perspectivas de bilhões de dispositivos conectados, esses irão provocar um grande fluxo de dados que deverão ser tratados. Esses dados fornecerão informações críticas e insight significativos sobre se eles podem ser processados de forma eficiente. No entanto, o desafio é avaliar elevadas quantidades de dados provenientes de diferentes fontes em vários formatos e realizá-lo em tempo real. [2]

4. Interoperabilidade - como IoT é uma tecnologia ainda

muito recente, vários protocolos e arquiteturas estão disputando por mercado e pela padronização no IoT. Alguns desses protocolos e arquiteturas são baseados em elementos proprietários e outros em padrões abertos. A recente tentativa de padronização do IoT está ajudando a minimizar esse problema, mas existem vários protocolos e implementações disponíveis para redes IoT. Empresas como Google, Apple, entre outras estão lançando seus ecossistemas IoT proprietários, como respectivamente o Google *Weave* e Apple *HomeKit*. Assim, como cada um possui protocolos, tecnologias de comunicação e padrões particulares, esses ecossistemas terão sérios problemas de compatibilidade, gerando a ausência de interoperabilidade e tornando ainda mais difícil a difusão do IoT. [1-3, 8].

5. Escala – uma vez que blocos de endereçamento IPv4 estão escassos, algumas empresas no Brasil migraram para o novo padrão de endereçamento, o IPv6. Apesar disso, o cenário é oposto para a grande maioria das organizações, sejam de pequeno a grande porte. Esse descaso na adoção do IPv6 tem o potencial de diminuir a difusão da IoT, uma vez que a crescente demanda de dispositivos exigirá grande número desses endereços. Aliando a isso, tem-se que experiências revelam que o IPv6, tal como foi inicialmente criado, não se ajusta ao ambiente do IoT, necessitando fazer delicadas modificações. [2]

Outras barreiras foram encontradas para quem planeja investir e empreender atualmente no mercado de IoT brasileiro. Essas barreiras são: excesso de regulamentação – que inibe o desenvolvimento de equipamento e/ou importação; carga tributária – que pode inviabilizar operações em alguns casos; custo de operação com roubos e/ou depredação da infraestrutura; sindicatos e associações – que limitam a adoção de tecnologias que substituam postos de trabalho; inexistência de um modelo de negócios evocado exclusivamente para IoT; falta de investimento em infraestrutura necessária para o alto tráfego de dados gerados pelos dispositivos; dificuldade de comprar equipamentos (sensores, antenas, processadores, entre outros) relacionados a IoT devido ao alto custo gerado pelo atual cenário econômico brasileiro (isto é, desvalorização do câmbio brasileiro em relação ao exterior); redução do custo dos insumos físicos utilizados na implantação da IoT, visto que o setor de telecomunicações no Brasil está sujeito a uma elevada taxa e a outros regulamentos que encarecem o serviço aos usuários, logo uma revisão destes ônus (como a eliminação das contribuições ao FUST e ao FISTEL para conexões M2M) seria de grande benefício; programa de redução dramática de alíquotas de importação e impostos domésticos (IPI, ICMS, PIS/Cofins, etc) que incidem sobre estes equipamentos; desenvolver recursos humanos capazes de conceber e operacionalizar as soluções envolvendo IoT, criando políticas de financiamento de cursos superiores nestas áreas em condições mais favoráveis [1,7, 8].

Portanto, pode-se enumerar os desafios enfrentados para a área de gerenciamento de projetos com base no Fórum Brasileiro de IoT de 2015. Os gerentes de projetos têm grandes desafios, entre os quais [9]: diferença na condução de modelos de negócio e fluxo de gestão, novas maneiras de relacionamento

com o mercado, maior preocupação com segurança da informação, padronização de protocolos e demanda de profissionais.

III. IOT E SAÚDE

A utilização da Internet das Coisas na área da saúde, também denominada de saúde inteligente ou mIoT (*m-Health Things IoT*) ilustrado na Figura 1, pode modificar as relações entre pacientes, médicos, provedores de saúde e indústria farmacêutica. Sabe-se que o custo da saúde cresce a cada ano. Com o envelhecimento das populações no mundo, há um aumento das doenças crônicas como diabetes e consequentemente um aumento no número de internações hospitalares, mortes, custo da saúde individual e impactos na qualidade de vida e laboral dos pacientes e familiares. A mIoT é uma das áreas mais atrativas e com grande perspectiva de crescimento nos próximos anos, devido ao grande interesse no potencial de aplicações práticas como: o monitoramento remoto de pacientes em sua própria residência, assim como o acompanhamento da situação da saúde dos usuários pelos provedores de saúde. Além disso, os objetos inteligentes como sensores e dispositivos médicos de diagnóstico farão parte da grande revolução tecnológica em mIoT. Espera-se também que haja redução dos custos com saúde com uso desses objetos, principalmente no auxílio às doenças crônicas, diagnóstico precoce, monitoramento em tempo real e nas emergências médicas [3, 17 18].

Segundo Mauro Ferreira, há um enorme desperdício financeiro devido à falta de aderência aos tratamentos, erros de diagnósticos e até mesmo corrupção na área da saúde. Por exemplo, em 2013, 8% do PIB brasileiro foi gasto em saúde (424 bilhões de reais) e em 2016, 18% do total do PIB nos Estados Unidos também foi gasto na saúde (3,2 trilhões de dólares). Acredita-se que este desperdício pode chegar à 40% dos gastos com saúde no Brasil. Além disso, é um grande desafio implantar mIoT nos países em crescimento como os componentes do BRIICS (Brasil, Rússia, Índia, Indonésia, China e África do Sul), pois possuem um grande volume populacional, onde há dificuldade na disponibilidade de acesso à internet em todos os locais, baixa qualidade de serviço, falta de infraestrutura e segurança adequada. Dessa forma, aumentando ainda mais os custos de cada país no setor de mIoT. Um exemplo disso, é a utilização de prontuários eletrônicos (PEP). Estes necessitam que haja comunicação entre os dispositivos que muitas vezes não é possível, devido a sobrecarga de informações, demanda de serviços de TI inexistentes e falta de disponibilidade de conexão em lugares remotos [1,7,17].

Entretanto, existem maneiras eficazes que podem auxiliar na diminuição desses custos e melhorar a utilização da IoT na área da saúde. Pode-se destacar, primeiramente, o incentivo ao empoderamento da saúde pelos próprios pacientes. Nos dias de hoje, já é possível definir o *E-paciente*, o qual seria um paciente capaz de dividir responsabilidades, buscar conhecimentos sobre a sua doença e prevenção, enviar dados da sua saúde e aceitar monitoramento da saúde conjuntamente com médicos e provedores de saúde através da tecnologia de IoT. Empresas

grandes como Google, Apple e Telefônica já demonstram interesse nesse tipo de paciente e estão investindo em mIoT. Com o empoderamento de pacientes, ou seja, colocando o paciente no centro do cuidado da saúde, pode-se promover uma melhoria na qualidade de vida, através da prevenção e monitoramento, consequentemente diminuindo os custos em saúde [1,7,17].

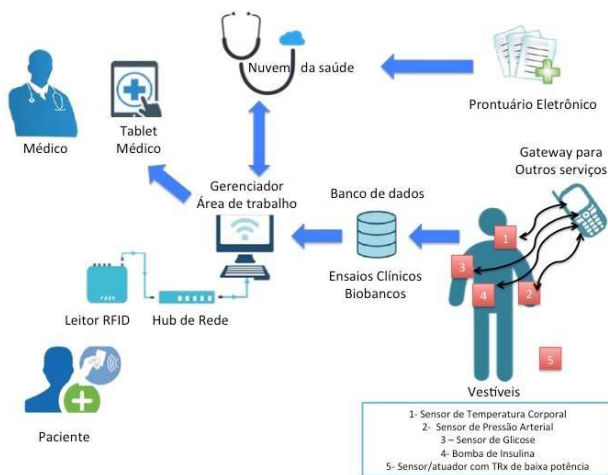


Fig. 1. Ilustração de como será a revolução da mIoT. Fonte: [17].

Outra maneira, seria a motivação dos pacientes para o uso de dispositivos vestíveis que modificariam o estilo de vida dos pacientes. Estima-se que mais de 100 bilhões de *wearables* estarão sendo utilizados em 5 anos e estes trarão grandes impactos sobre empresas e como se gerencia dados, serviços e plataformas. A *PricewaterhouseCoopers* (PwC), uma rede de empresas prestadoras de serviço de consultoria e auditoria independente, postula seis pontos que maximizariam o potencial desses dispositivos vestíveis utilizados na mIoT que são: interoperabilidade (utilização de sensores), integração (manter processos já existentes de conectividade), inteligência (rapidez na resolução de problemas), socialização (ser confiável), resultados e engajamento (possibilitar o *feedback* do usuário). Adicionalmente, o paciente precisa ter um objetivo definido para se envolver e se integrar com o provedor de saúde, o *wearable* precisa interagir com usuário além de ser *user-friendly*, funcional e se adequar ao estilo de vida de cada usuário. Nos dias de hoje, a geração dependente da tecnologia exige que haja um maior estímulo para que não percam o envolvimento com o dispositivo e deixem de utilizá-lo com o passar do tempo [7,10, 17].

Segundo Goldman Sachs, a implementação da mIoT viabilizará uma economia de mais de 200 bilhões de dólares nos próximos anos no gerenciamento de pacientes crônicos. Isso será possível através do diagnóstico e monitoramento remoto. Por exemplo, médicos terão acesso à mais dados dos pacientes através de sensores. Receberão dados das rotinas, valores de glicemia, monitorarão pacientes com insuficiência cardíaca, permitindo controle e intervenção precoce. No futuro, também haverá dispositivos injetáveis ou mesmos sensores implantados em pacientes que poderão detectar doenças e fornecer

informações da doença atual, tecnologia conhecida como *Body Area Network* (BAN). Empresas como Medtronic, Amiko e Proteus Digital Health irão disponibilizar avanços nessa área com utilização de dispositivos que analisam frequência de uso, horário e dose de medicamentos utilizados por pacientes. Empresas como Fitbit e Apple (*ResearchKit*) também poderão disponibilizar um gama de dados de biometria dos usuários que auxiliará na geração de testes que englobam avaliação nutricional, progressão de doenças [7, 17, 20].

Outra proposta em ascensão é a mudança na interação da mIoT com a indústria farmacêutica, chamada “*Pharma IoT*”. Esta mudança visa a criação de novas tecnologias e processos para o cuidado do paciente. Isto envolve a digitalização de produtos medicinais, utilização de dispositivos *smart* conectados aos processos de desenvolvimento dos medicamentos, estudos clínicos e assistência ao paciente. Atualmente, a indústria farmacêutica ainda tem dificuldade de agir e utilizar mIoT, mas empresas como a Novartis e Sanofi, já investem nessa área também. [14,17,20]

IV. APLICAÇÕES DE IoT

As aplicações de IoT englobam inúmeras verticais, entre elas: setor de serviços públicos ou gestão pública para desenvolvimento de cidades inteligentes; otimização de operações e de processos de gestão; setor de energia elétrica pela implantação da infraestrutura avançada de medição inteligente (AMI) e de gestão de consumo; transporte urbano pela otimização de tráfego, controle de semáforos, vigilância e segurança pública; e na área de saúde pública através da informatização de serviços (prontuário eletrônico), da digitalização de itens hospitalares, gestão de recursos e da comunicação entre organismos públicos. Atualmente, empreendedores, *startups* e empresas investem no mercado de IoT através da criação de novos produtos e serviços [5]. A seguir, tem-se alguns exemplos de aplicações da IoT no Brasil e no mundo:

CEITEC S.A: empresa pública criada em 2008 pelo Governo Federal e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. A empresa produz semicondutores, circuitos integrados e sensores como chips que permitem identificação por radiofrequência, que promovem aplicações nos serviços públicos em diversas áreas como educação, saúde e energia. Responsável também pelo Projeto Multiusuário Brasileiro (PMUB) que incentiva o empreendedorismo em empresas, *startups* e universidades. [8]

- *Goods That Talk* (GTT): empresa de Florianópolis que investe em controle automatizado no setor de monitoramento de cargas para os lugares alfandegados, na solução de rastreamento de estoque médico-hospitalar promovendo controle específico de validade, lote e reposição de medicações, utilizando a identificação por radiofrequência (RFID). [8]

- *Eficid IoT Solutions Brazil*: outra empresa em Florianópolis, que utiliza IoT através minileitores RFID para controle e registro de patrimônio e identificadores de veículos para monitoramento de frotas e condomínios. [8]

- Denox: empresa sediada em Nova Lima (MG), criou

sistemas de soluções para segurança, gestão e automação doméstica. O sistema permite, controlar e integrar equipamentos eletrônicos por meio de *smartphones* e *tablets*, garantindo o uso eficiente dos recursos domésticos. Possui uma central de conectividade que se comunica com a plataforma de software na nuvem. [8]

- Primeiro *wearable* brasileiro: criado pelo publicitário Bruno Tozzini, um boné com sensor RFID que identifica a presença do usuário no local para acesso à serviços exclusivos como na entrada de shows. [8]

- Aplicativo *TrackBee*, uma parceria HC Unicamp, Eldorado e Intel que viabiliza implantação de tecnologia de *beacons* (tecnologia idealizada pela Apple Inc. (*iBeacons Technology*)), onde *beacons* são pequenos dispositivos de geolocalização para ambientes fechados. É um sistema de proximidade que utiliza uma tecnologia chamada *Bluetooth Low Energy* (BLE), que emite um sinal intermitente de ondas de rádio que consegue localizar *smartphones*, *tablets*, *notebooks* em um determinado raio com uma alta precisão dentro de estabelecimentos) através de uma solução de *indoor location* (localização interna) para profissionais responsáveis pelo deslocamento de pacientes no ambiente hospitalar do Hospital das Clínicas da Unicamp. O aplicativo é compatível com o sistema de proximidade em ambientes fechados, que por meio de sinal de BLE, emitido pelos *beacons*, identifica onde o profissional se encontra, dessa forma reduz o tempo de espera dos pacientes em salas de exame, e promove a otimização da alocação da equipe dentro do hospital. Outra iniciativa do Eldorado pelas chamadas *Hackathons* e Oficinas Tecnológicas no setor incluem o *Alzheimer Disease Diagnosis*, que utiliza técnicas de aprendizado de máquina, avaliação de padrões e normalização das imagens de ressonância magnética, auxiliando no diagnóstico da doença ao identificar potenciais alterações detectadas nos exames. [21]

- EXEHDA-IS (*Execution Environment for Highly Distributed Applications – IoT Solutions*) – Scheunemann e colaboradores propõem uma aplicação para monitoramento de pacientes em reabilitação cardíaca após um acidente vascular através da classificação da atividade física realizada pelo paciente com a aferição da frequência cardíaca, permitindo identificar situações de risco, como por exemplo, se os parâmetros estão anormais comparados aos dados estabelecidos pelo médico. [12]

- Projeto CARA (*Context-Aware Real-time Assistant*) do irlandês YUAN, objetiva criar um sistema de assistência remota para idosos personalizada, que se adapta de acordo com as atividades normais do usuário. Utiliza sensores vestíveis para avaliar sinais vitais; sensores de ambiente conectados na rede sem fio; sistema de processamento e monitoramento remoto que recebe os dados coletados pelos sensores e executa o processamento contextual. [12]

- *IRhythm's ZIO – wearable* que promove o diagnóstico rápido de arritmias cardíacas de maneira remota, detectando 57% mais arritmias que o exame de *holter* de 24 horas. [20]

- *Share Cardio Health APP* – um exemplo de m-health (*mobile health*) que utiliza plataforma SHARE (*Smart Health and Artificial Intelligence for Risk Estimation*) para

monitoramento automático cardíaco de pacientes com hipertensão arterial e para prevenir eventos cardiovasculares. Os médicos acessam as informações coletadas na nuvem pelo dispositivo *Bioharness* que faz análise eletrocardiográfica com memória de até 480h e pelo ShareAPP disponível no *Google Play* que desenvolve uma interface de usuário para os pacientes, com envio de dados em tempo real pelo *smartphone*. [20,22]

- Inalador *Propeller* com sensores digitais que gravam e transmitem o uso da medicação em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. [20,23]

- *Omada Health (Digital Weight-loss Management and Diabetes Prevention)* programa para pacientes com diabetes tipo 2 e doenças cardíacas para modificação de comportamento. Apresenta resultados promissores na perda de peso nos participantes no período de 12 meses do estudo. [20]

- Projeto *BlueSky* (IBM e Pfizer) – sistema de sensores, dispositivos e tecnologia de aprendizado de máquinas (*machine learning*) para captação de dados em tempo real para monitorar a progressão e tratamento de pacientes com doença de Parkinson. Adicionalmente, mPower APP utiliza questionários e tarefas que são ativados nos sensores do telefone para coletar e monitorar a saúde e sintomas dos pacientes com Parkinson. [20,23]

As perspectivas de IoT na saúde estão em crescimento e o futuro nessa área é encorajador. Pode-se citar outros exemplos de possíveis avanços para pacientes com diabetes como: OpenAPS - *Closed-loop Insulin Delivery* que visa a criação de sistema de pâncreas artificial para pacientes, *Continuous Glucose Monitoring* (CGM) que é um sensor implantável para monitoramento da glicose por 90 dias; lentes de contato com sensores que poderiam medir glicose através da lágrima. [20,23]

V. CONCLUSÃO

O contexto descrito nesse artigo contempla a transformação que a IoT pode gerar no Brasil e no mundo. Em um futuro próximo, espera-se que, com bilhões de dispositivos conectados, milhões de empregos sejam gerados por essa tecnologia. Com o estímulo crescente aos investimentos nessa área tanto pelo governo quanto pelo setor privado, estima-se que a IoT se tornará uma realidade no dia-a-dia da população e das empresas, aumentando a produtividade e otimização de serviços e, consequentemente, reduzindo os gastos.

No que diz respeito ao objetivo principal, a situação da IoT no Brasil ainda se encontra na fase de amadurecimento, no entanto, pode-se identificar diversas áreas, setores ou atividades econômicas que mais se beneficiariam da IoT para criar novos negócios como indústria de manufatura, monitoramento e gestão de cargas e frotas, segurança e facilidades domésticas, gestão pública e soluções urbanas, aplicações no seguimento automotivo e saúde. Além disso, existem iniciativas nacionais como a Câmara IoT que promove discussões de temas como privacidade de dados, segurança das informações, tributação, regulamentação, fomento ao desenvolvimento de soluções e formação de capital humano.

Em reposta a outro objetivo importante, as maiores barreiras

de implementação da IoT encontradas foram: falhas na segurança e falta de ecossistema favorável que dificultam a consolidação da Internet das Coisas no Brasil e no mundo. No entanto, o impacto socioeconômico positivo e as perspectivas de crescimento da IoT prometem um ganho para a economia, além de promover mudanças na sociedade (como por exemplo, a melhora na qualidade de vida da população) e no mundo de negócios.

Através do estudo, pode-se concluir que a tecnologia IoT promove um ambiente de inovação e empreendedorismo no país, proporcionando abertura de novos mercados e criação de novos serviços e produtos capazes de gerar receita de aproximadamente 120 bilhões de reais ao PIB brasileiro até 2025.

REFERÊNCIAS

- [1] Teleco - Impactos Econômicos da Internet das Coisas no Brasil - São Paulo, Julho de 2016.
- [2] Hanes D, Salgueiro G, Grossetete P *et al.* IOT Fundamentals. <http://www.ciscopress.com/store/iot-fundamentals-networking-technologies-protocols-9781587144561>.
- [3] Santos BP, Silva LAM, Celes CSFS e col. Internet das Coisas: da Teoria à Prática. Capítulo 1. Minicurso SBRC. 2016. Site: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>.
- [4] CantanhedeRF, Silva CE. Uma Proposta de Sistema de IoT para Monitoramento de Ambiente Hospitalar. Anais da VII Escola de Computação e suas Aplicações - EPOCA 2014. http://www.academia.edu/16210988/Uma_Proposta_de_Sistema_de_IoT_para_Monitoramento_de_Ambiente_Hospitalar
- [5] Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - Câmara IoT -Consulta Pública "Identificação dos tópicos de relevância para a viabilização da Internet das Coisas no Brasil". Dezembro de 2016.
- [6] Pacheco FB, Klein AZ, Righi RR. Modelos de negócio para produtos e serviços baseados em internet das coisas: uma revisão da literatura e oportunidades de pesquisas futuras / REGE - Revista de Gestão 23 (2016) 41-51.
- [7] Teleco - Relatório do Projeto IoT Brasil - São Paulo, Julho de 2016.
- [8] Freund FF, Steenbock FA, Marangoni GAC e colaboradores. Novos negócios baseados em internet das coisas. R e v . F A E , v. 1, p. 7-25, 2016.
- [9] Mancini M. Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios. 2017. <https://pmisp.org.br/slideshow/2617-internet-das-coisas>.
- [10] Souza ACR, Corrêa MIS, Moraes IC e colaboradores. Significados Associados à Internet das Coisas no Brasil à Luz da Construção Social da Tecnologia Revista Gestão.Org, v. 13, Edição Especial, 2015. p. 254-263.
- [11] Evans D. A Internet das Coisas Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. CISCO 2011. http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iiot_ibsg_0411final.pdf
- [12] Scheunemann, DA. Ciência de Situação na IoT: Uma Arquitetura Explorando Processamento Híbrido de Contexto - Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de Pelotas. 2016. <http://tede.ufrj.edu.br:8080/jspui/handle/tede/571>
- [13] Santos DO, Freitas EB. A INTERNET DAS COISAS E O BIG DATA INOVANDO OS NEGÓCIOS. Revista Fatec Zona Sul (REFAS), volume 3, 2016, 1-18.
- [14] Fábio Figueiredo RODRIGUES 1; João Henrique KLEINSCHMIDT. Estudo de Aplicações da Internet das Coisas em um Ambiente Acadêmico .Espacios.. Vol.. 35 ((Nº 13)) Año 2014.. Pág.. 9.
- [15] Magalhaes GGMS. Estudo de segurança nos principais protocolos da Internet das Coisas. Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Engenharia da Computação. Brasília 2016. <https://www.gta.ufrj.br/~maul/EstruturaSurvey.pdf>
- [16] Internet das coisas: estimando impactos na economia. Artigo BNDES ,2016,http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/internet-coisas-iiot/!ut/p/z0/fY65DsIwEES_hSJl5BWnKMMhriAKGnCDHGOS5dhN4uX6ewwtiHJmmnZGABVRmSwNcyPIZM5Bb3V3l_YX4217BMSBy1IRr1ZJ530AZK0miv9HwgNzXo5XOZKl0aKGOOnAaoMkriYnsWX0xsfI8i bxWfU6UdppyB_Bymjbv_A7JC8rVfj5FUPDFRRCYwlm8OBKOGfHcJ eesdvFXghZNBL82y5POnvek8QKPL89/.
- [17] Dimitrov DV. Medical Internet of Things and Big Data in Healthcare. Health Inform Res. 2016 July;22(3):156-163.
- [18] ISLAM SMR , KWAK D, KABIR H, et al. The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey. IEEE Access Volume 3, 2015, 678-708.
- [19] <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7113786/metrics>
- [20] Roman DH, Conlee KD. The Digital Revolution comes to US Healthcare. Goldman Sachs. Internet of Things, Vol. 5. EQUITY RESEARCH JUNE 29, 2015. <http://www.scbio.org/resources/Documents/Internet%20of%20Things%20-%20Volume%205%20-%20The%20Digital%20Revolution%20comes%20to%20US%20HC%20-%20Jun%2029,%202015%5B1%5D.pdf>.
- [21] Eldorado. Aplicativo TrackBee. 15/8/2016 [on line] Disponível na internet via <http://www.eldorado.org.br/novidade/aplicativo-trackbee/>.
- [22] P. Melillo1 & A. Orrico1,2 & P. Scala2 et al. Cloud-Based Smart Health Monitoring System for Automatic Cardiovascular and Fall Risk Assessment in Hypertensive Patients. J Med Syst (2015) 39: 109.
- [23] Davis B. 10 examples of the Internet of Things in healthcare. [on line] Disponível na Internet via <https://consultancy.com/blog/68878-10-examples-of-the-internet-of-things-in-healthcare/>.
- [24] Hanes D, Salgueiro G, Grossetete P *et al.* IOT Fundamentals. <http://www.ciscopress.com/store/iot-fundamentals-networking-technologies-protocols-9781587144561>.
- [25] Darshan KR, Ananakumar KR. A comprehensive review on usage of Internet of Things (IoT) in healthcare system. International Conference on Emerging Research in Electronics, Computer Science and Technology,IEEE Explore 2016. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7499001/>.
- [26] Trabuco LMR, Bertoldo LM, Granville LS e colaboradores. Internet of Things in Healthcare: Interoperability and Security Issues. International Workshop on Mobile Consumer Health Care Networks, Systems and Services, 2014. https://www.researchgate.net/publication/261116016_Internet_of_Things_in_healthcare_Interoperability_and_security_issues.
- [27] Fernandez F, Pallis GC. Opportunities and challenges of the Internet of Things for healthcare: Systems engineering perspective. International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (Mobihealth), 2014. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7015961/>.
- [28] Laplante PA e Laplante N. The Internet of Things in Healthcare: Potential Applications and Challenges. IT Professional Volume 18, issue 3, 2016. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7478533/>.

Carlos Eduardo Pinto Pereira nasceu em Manaus, AM, em 03 de abril de 1984. Recebeu os títulos de Engenheiro de Telecomunicações em 2007 pelo Instituto de Ensino Superiores da Amazônia (IESAM). Atualmente, possui título de certificação pela CISCO CCNA Routing & Switching. CREA-PA nº 150633015-0. Suas pesquisas incluem aspectos gerais sobre transmissão digital, internet das coisas, inteligência artificial e redes de computadores.

Fabiano Valias de Carvalho nasceu em São Gonçalo do Sapucaí, MG, em 20 de junho de 1969. Possui graduação em Engenharia Elétrica Ênfase em Eletrônica pelo Instituto Nacional de Telecomunicações Inatel (1995) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá - Unifei (2002). É professor do Inatel desde 1996 e no curso de Especialização em Engenharia Clínica e Engenharia Biomédica desde 2006.