

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO E SISTEMAS

BÁRBARA ELIZA VILELA LOPES

COMPUTAÇÃO UBÍQUA: LIMITAÇÕES E DESAFIOS

JOÃO MONLEVADE

2017

BÁRBARA ELIZA VILELA LOPES

COMPUTAÇÃO UBÍQUA: LIMITAÇÕES E DESAFIOS

Monografia apresentada ao curso Sistemas de Informação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação na Disciplina “Trabalho de Conclusão de Curso II”.

Orientador: Daniela Rodrigues Dias

Coorientador: Euler Horta Marinho

João Monlevade

2017



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Sistemas de Informação
Campus João Monlevade

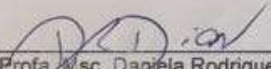
ATA DE DEFESA

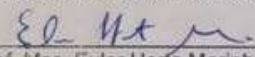
Às 29 dias do mês de agosto de 2017, às 12h, no laboratório C203 do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, foi realizada a defesa de Monografia pela aluna **BÁRBARA ELIZA VILELA LOPES**, sendo a Comissão Examinadora constituída pelos professores: Profa. Msc. Daniela Rodrigues Dias, Prof. Msc. Euler Horta Marinho, Prof. Dr. Diego Zuquim Guimarães Garcia, Prof. Dr. Vinícius Soares Fernandes Mota e Prof. Msc. Theo Silva Lins.


A candidata apresentou a monografia intitulada: "**COMPUTAÇÃO UBÍQUA: LIMITAÇÕES E DESAFIOS**". A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela aprovação do candidato, com nota 10,9 (Dez), concedendo-lhe o prazo de 15 dias para incorporação das alterações sugeridas ao texto final.

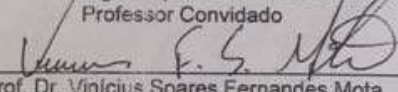
Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pelo graduando.

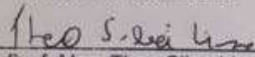
João Monlevade, 29 de agosto de 2017.

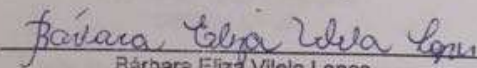

Profa. Msc. Daniela Rodrigues Dias
Professor Orientador/Presidente


Prof. Msc. Euler Horta Marinho
Professor Coorientador


Prof. Dr. Diego Zuquim Guimarães Garcia
Professor Convidado


Prof. Dr. Vinícius Soares Fernandes Mota
Professor Convidado


Prof. Msc. Theo Silva Lins
Professor Convidado


Bárbara Eliza Vilela Lopes
Graduanda



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Sistemas de Informação
Campus João Monlevade

Folha de Aprovação

Curso de Sistemas de Informação

FOLHA DE APROVAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

COMPUTAÇÃO UBÍQUA: LIMITAÇÕES E DESAFIOS

Bárbara Eliza Vilela Lopes

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial da disciplina CSI499 - Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação e aprovada pela Banca Examinadora abaixo assinada:

Prof.ª Msc. Daniela Rodrigues Dias
DECSI - UFOP

Prof. Msc. Euler Horta Marinho
DECSI - UFOP

Prof. Dr. Diego Zuquim Guimarães Garcia
DECSI - UFOP

Prof. Dr. Vinicius Soares Fernandes Mota
DECSI - UFOP

Prof. Msc. Theo Silva Lins
DECSI - UFOP

João Monlevade, 29 de agosto de 2017.



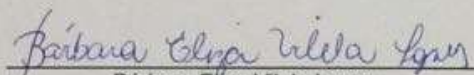
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
COLEGIADO DO CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ANEXO III – Termo de Responsabilidade

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, Bárbara Eliza Vilela Lopes, declaro que o texto do trabalho de conclusão de curso intitulado "*Computação Ubíqua: Limitações e Desafios*" é de minha inteira responsabilidade e que não há utilização de texto, material fotográfico, código fonte de programa ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem as devidas referências ou consentimento dos respectivos autores.

João Monlevade, 29 de agosto de 2017


Bárbara Eliza Vilela Lopes

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia à minha avó e Professora Eunice Leles Vilela Santiago (*in memoriam*), que sempre me incentivou e sonhou comigo que este dia chegaria. Meu maior exemplo de sabedoria, generosidade e fé. Saudades eternas!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir chegar até o final dessa jornada. À minha mãe Margarida, por todo sacrifício e amor a mim proporcionados durante todos esses anos. Obrigada por ser essa mulher guerreira, generosa e companheira a quem me inspiro todos os dias. Te amo incondicionalmente. Ao meu padrasto Janilson por toda ajuda, paciência e suporte. Aos meus tios e tias pelo apoio e por entenderem meus momentos de ausência. Em especial à Adriana e Sinézio por todos os conselhos, favores e refeições. Vocês são minha segunda casa. A Lila e João por todas as orações e assistência durante toda minha vida. Aos meus primos e primas por todas as horas de conversas, risadas, conselhos, festas e também pelos momentos difíceis, que nos fazem cada vez mais amigos. Vocês são essenciais!

Ao meu namorado Manoel Júnior, por compartilhar comigo essa longa caminhada e ser meu porto seguro em todos os momentos de alegrias e adversidades. Obrigada por ser um presente de Deus na minha vida e por me mostrar que juntos somos capazes de enfrentar qualquer tempestade. Amo você, cada dia um pouco mais. À minha amiga e irmã de coração Danielle, por estar ao meu lado e dividir risadas, lágrimas e apertos a cada semestre e a cada momento da vida. Obrigada por todos os conselhos, suporte e por nunca me deixar desistir. Te amo. Às pessoas que fizeram desses anos de estudo mais leves e divertidos: Eduardo, Fernanda, Lanna e Michel. Obrigada pelo companheirismo, amizade e os lanches das quartas-feiras.

À minha Orientadora e Professora Daniela Rodrigues Dias, por acreditar em meu potencial e não me deixar abater pelos obstáculos. Obrigada por todas as vezes que foi minha amiga e conselheira. Sem você não teria chegado até aqui. Ao meu Coorientador e Professor Euler Horta Marinho, por acreditar no meu trabalho e por todas as sugestões, que foram primordiais para o desenvolvimento desta monografia. Aos colaboradores desse projeto, Professor Vinícius Fernandes Soares Mota e Flávia Lacerda. Obrigada por me concederem as entrevistas, que foram fundamentais para a construção deste trabalho.

RESUMO

A Computação Ubíqua é uma tecnologia que está onipresente, de forma transparente e quase imperceptível ao usuário, visto que diversos dispositivos ubíquos já estão inclusos no cotidiano das pessoas, como por exemplo, veículos autônomos, óculos que possuem acesso à internet, aspiradores de pó robotizados, entre outros. No entanto, existem ainda grandes desafios para o desenvolvimento dessa tecnologia, principalmente no Brasil, tendo em vista o alto investimento em infraestrutura e segurança. Assim, este trabalho tem como objetivo descrever os princípios que cercam a Computação Ubíqua, suas limitações, desafios e a taxonomia no atual contexto brasileiro. Para tanto, foi realizado uma revisão bibliográfica e posteriormente entrevista com especialistas da área, confrontando-se a teoria e a prática. Com a análise dos resultados foram identificados como limitações e desafios a infraestrutura de rede, ciência ao contexto, segurança e privacidade, questões sociais, incentivo a profissionais, questões governamentais e incentivos educacionais. Percebeu-se que a teoria e a prática possuem as mesmas concepções, no entanto, é importante salientar que, apesar da Computação Ubíqua ter sido citada pelo pesquisador Weiser em 1991, ainda é um tema considerado recente, pois muito se espera avançar com essa tecnologia. Portanto, acredita-se que este trabalho possa servir de embasamento para trabalhos futuros e incentivo para o aprofundamento da temática.

Palavras-chave: Computação Ubíqua. Limitações. Desafios

ABSTRACT

Ubiquitous Computing is a technology that is ubiquitous, transparent and almost imperceptible to the user, since several ubiquitous devices are already included in everyday life, such as autonomous vehicles, glasses that have access to the internet, robotized vacuum cleaners, among others. However, there are still major challenges for the development of this technology, especially in Brazil, given the high investment in infrastructure and security. Thus, this paper aims to describe the principles that approach Ubiquitous Computing, its limitations, challenges and taxonomy in the current Brazilian context. For that, a bibliographical review was carried out and then an interview with specialists of the area, confronting theory and practice. With the analysis of the results were identified as limitations and challenges the network infrastructure, science to the context, security and privacy, social issues, incentive to professionals, governmental issues and educational incentives. It was noticed that the theory and the practice have the same conceptions, nevertheless, it is important to point out that, although the Ubiquitous Computing was quoted by the researcher Weiser in 1991, still is a considered subject recent, because much is expected to advance with this technology. Therefore, it is hoped that this work will serve as a basis for future work and an incentive to deepen the theme.

Keywords: *Ubiquitous Computing. Limitations. Challenges*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fusão das tecnologias.....	23
Figura 2 - Linha do tempo da IoT.....	25
Figura 3 - Arquitetura da internet das coisas.....	31
Figura 4 - Desafios e oportunidades da IoT no Brasil.....	38
Figura 5 - Disponibilidade de capital privado para inovação.....	41
Figura 6 - Infraestrutura de conectividade do país	42
Figura 7 - A cozinha de uma casa inteligente.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise entre a teoria e a prática.....	50
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>UbiComp</i>	–	COMPUTAÇÃO UBÍQUA
IoT	–	INTERNET DAS COISAS
SBC	–	SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO
<i>MIT</i>	–	<i>MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY</i>
RFID	–	IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA
<i>ITU</i>	–	<i>INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION</i>
SBCUP	–	SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA
<i>SBIE</i>	–	SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO
M-SEA	–	SISTEMA DE ENSINO ADAPTADO MÓVEL
MCTIC	–	MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificativa.....	16
1.4 Estrutura do Trabalho.....	16
2 METODOLOGIA.....	18
3 REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1 Computação Móvel	20
3.2 Computação Pervasiva	21
3.3 Computação Ubíqua	22
3.4 Internet das Coisas.....	25
3.5 Limitações e desafios da Computação Ubíqua	33
3.6 Aplicações	42
3.6.1 Educação	43
3.6.2 Casas e Cidades Inteligentes.....	44
3.6.3 Medicina	49
3.6.4 Automóveis.....	50
3.6.5 Organizações	51
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE	65

1 INTRODUÇÃO

É perceptível à visão humana a evolução dos recursos computacionais que a sociedade tem vivido desde a criação do computador. A tecnologia está tão presente no cotidiano que é quase impossível distinguir quais áreas ainda não possuem qualquer recurso computacional sendo utilizado.

Diante deste cenário, a Computação Ubíqua – *UbiComp* surge como uma tecnologia que está onipresente, de forma transparente e quase imperceptível pelo usuário. Isto significa que o acesso ao ambiente computacional deve ser a qualquer lugar, a qualquer momento e através de qualquer dispositivo. Os dispositivos podem ser algum objeto que seja possível agregar sensores que recebam informações do contexto em que está inserido, podendo ser um relógio, uma xícara de café ou até mesmo algum membro do corpo humano (WEISER, 1991).

Diversos dispositivos ubíquos já estão inclusos no cotidiano das pessoas, como por exemplo, automóveis que estacionam de forma autônoma, óculos que possuem acesso à internet, aspiradores de pó robotizados, *Smartphones*, entre outros. No entanto, existem ainda grandes desafios para o desenvolvimento da computação ubíqua, principalmente no Brasil, tendo em vista a necessidade de investimento em infraestrutura e segurança. (SBC, 2006; BRASIL, 2017).

A Computação Ubíqua é considerada atualmente uma das áreas tecnológicas mais estudadas e apresenta princípios como a diversidade, descentralização, conectividade e onipresença. Essas características fazem com que a *UbiComp* influencie no cotidiano das pessoas, visando auxiliar e otimizar diversas tarefas rotineiras, de uma forma quase transparente para o usuário. (LOUREIRO, 2011; WARKEN, 2010).

Apesar do avanço tecnológico e do grande número de dispositivos computacionais já criados, a Computação Ubíqua ainda enfrenta diversos desafios (ARAÚJO 2003, LOUREIRO 2009) os quais serão estudados e identificados neste trabalho, tais como desenvolvimento de *softwares* confiáveis, seguros, de qualidade e que proporcionem a interação homem-computador (KOSCIANSKI, 2007).

Importante ressaltar também que a Computação Ubíqua foi considerada um dos cinco grandes desafios identificados no seminário “Grandes Desafios de Pesquisa em Computação no Brasil”, organizado pela SBC (Sociedade Brasileira de Computação), realizado em São Paulo nos dias 8 e 9 de maio de 2006. O objetivo do seminário foi planejar e direcionar a pesquisa em computação para um período de dez anos (2006-2016). Assim, foi identificado que existem barreiras tecnológicas, educacionais, culturais, sociais e econômicas que impedem o acesso, a comunicação e a interação das pessoas com os dispositivos computacionais. Tais barreiras apresentam desafios, cujo objetivo é enfrentá-los “por meio da concepção de sistemas, ferramentas, modelos, métodos, procedimentos e teorias capazes de endereçar, de forma competente, o acesso do cidadão ao conhecimento.” (SBC, 2006).

Além disso, no ano de 2016, foi iniciada uma Consulta Pública do Plano Nacional de Internet das Coisas - IoT, com o objetivo de identificar tópicos chave para a viabilização desta tecnologia no país. A pesquisa buscou “obter a opinião dos diversos agentes envolvidos a fim de construir-se um diagnóstico abrangente dos desafios e oportunidades de IoT no Brasil” (BRASIL, 2016).

Sendo assim, esse trabalho visa compreender as limitações e desafios da Computação Ubíqua através dos principais pesquisadores e entrevista com especialistas da área. Para isso, foram estudados os princípios elencados pelo autor Weiser (1991) e posteriormente verificando-se as concepções teóricas e práticas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Esse trabalho tem como objetivo compreender as principais limitações e desafios da Computação Ubíqua.

1.2.2 Objetivos específicos

- Conceituar a Computação Ubíqua, seus princípios e problemas.

- Compreender os principais desafios da Computação Ubíqua.
- Identificar as limitações da Computação Ubíqua.
- Avaliar se a teoria e a prática possuem as mesmas concepções.
- Elaborar um quadro comparativo com os resultados.

1.3 Justificativa

Apesar de a Computação Ubíqua ter sido citada pela primeira vez no ano de 1991 pelo autor Weiser, vinte e seis anos depois muito ainda deve ser feito para o sucesso dessa tecnologia, principalmente no Brasil. Através de uma extensa leitura de trabalhos desenvolvidos nessa área, foi possível notar que existem diversas ideias inovadoras de dispositivos da *UbiComp*. Porém, apesar de alguns dispositivos já estarem no mercado, a infraestrutura para acolher essas tecnologias ainda é precária (BRASIL, 2017).

Além disso, mesmo o tema Computação Ubíqua e Internet das Coisas estarem primordialmente inseridos na parte teórica da área de Computação, pouco é incentivado nas salas de aula dos cursos de graduação. Pesquisas recentes, do ano de 2016 e 2017, iniciadas pelo Governo Brasileiro, tendem a mudar a realidade do país com o objetivo de melhorar a infraestrutura em diversos setores e incentivar profissionais preparando-os para implementação dessas tecnologias e, conseqüentemente, melhorando a economia e a qualidade de vida das pessoas (BRASIL, 2016).

1.4 Estrutura do trabalho

Neste primeiro capítulo foi realizada uma introdução do tema, o objetivo geral e os específicos, a justificativa e a estruturação do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada metodologia, os sujeitos estabelecidos na pesquisa e a análise dos dados.

O terceiro capítulo traz a revisão da literatura, cujos autores dão embasamento para o trabalho.

No quarto capítulo é apresentada a análise dos resultados baseando-se em uma comparação entre a revisão da literatura e a prática vivenciada pelos especialistas da área.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais e as limitações deste trabalho.

2 METODOLOGIA

Neste segundo capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para desenvolvimento do trabalho, os sujeitos da pesquisa e os métodos de análise dos resultados.

Com intuito de compreender os desafios e limitações da Computação Ubíqua, a metodologia utilizada foi a revisão da literatura, definida por Rampazo (2005) como uma prática reflexiva, sistemática, controlada e crítica, que permite localizar novas soluções, fatos, dados ou regras, em qualquer área do conhecimento. Para a elaboração deste trabalho, a revisão da literatura foi elaborada a partir de revistas eletrônicas, artigos acadêmicos, bibliografias, sítios oficiais de empresas e organizações.

Além disso, foi realizada uma entrevista roteirizada com especialistas da área de Ciência da Computação e Ciência da Informação a fim de verificar se os desafios e limitações identificados na revisão da literatura correspondem com a realidade, sob a opinião dos entrevistados, confrontando a teoria e prática.

2.1 Sujeitos da pesquisa

Para realizar esta pesquisa foi elaborada uma entrevista com dezesseis perguntas, conforme inserido no apêndice A, e enviada e respondida através de *e-mail* para dois especialistas¹.

O Entrevistado 1 possui graduação, mestrado e doutorado na área de Ciência da Computação e atualmente exerce o cargo de Professor em uma Universidade Federal nos cursos de Sistemas de Informação e Engenharia da Computação. A Entrevistada 2 possui bacharelado, mestrado e doutorado em Ciência da Informação e especialização em Tecnologia da Informação. Atualmente exerce o cargo de Servidora Pública.

¹ Por motivos éticos os nomes dos entrevistados foram omitidos, sendo substituídos no texto por Entrevistado 1 e Entrevistada 2.

2.2 Análise dos dados

A partir do que foi descrito na revisão da literatura, foi realizada uma comparação entre a teoria constante com os conhecimentos dos entrevistados. A análise baseou-se em um confronto crítico entre as pesquisas do que foi encontrado na literatura com as respostas.

Primeiramente foi definido o âmbito semântico e taxonômico da Computação Ubíqua e seus princípios. Posteriormente, foi analisada a atual infraestrutura política, econômica e tecnológica da Internet das Coisas no Brasil, permeando pelos desafios e limitações de cada item. Em seguida, foram apuradas quais tecnologias estão disponíveis no mercado, assim como os benefícios, o nível de qualidade, segurança e o posicionamento das empresas diante das mesmas. Finalmente, a comparação encerrou com os aspectos sociais da IoT, assim como a possível falta de incentivo profissional e educacional.

A fim de sintetizar os resultados da análise, foi elaborado um quadro comparativo entre a revisão da literatura e as respostas dos entrevistados, relacionando os principais desafios e limitações identificados ao longo do trabalho.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentadas as definições de Computação ubíqua, seus princípios, limitações e desafios, conforme os estudos de Weiser (1991), Araujo (2003), Benyon (2011), Silva et. al, (2015) e outros.

3.1 Computação Móvel

Mateus e Loureiro (1998) descrevem a Computação Móvel como a quarta etapa da evolução da comunicação, sendo os computadores como a terceira, e relatam seu surgimento conforme o trecho seguinte.

[...] O primeiro sistema de comunicação foi o telégrafo que já na metade do século XIX, permitia a transferência de palavras faladas a longa distâncias pelo código Morse. Esse sistema era baseado na comunicação com fios. As equações de Maxwell, descrevendo a propagação de ondas eletromagnéticas, e os experimentos de Heinrich Hertz, foram a base para a descoberta da radiotelegrafia por Marconi no final do século XIX. Em 1901, o Oceano Atlântico era atravessado por sinais de rádio. Este foi o início dos sistemas de comunicação sem fio. O telefone inventado por Alexander Graham Bell foi um segundo sistema de comunicação, evoluiu rapidamente e tornou-se uma tecnologia complementar ao telégrafo durante muitos anos. O início do século XX é marcado pela conexão via fios de cobre dos setores comerciais dos EUA. Já em 1928 existia um telefone para cada cem habitantes nos EUA (MATEUS; LOUREIRO, 1998, p.3).

Percebe-se que os autores destacam as primeiras conexões com fio e a rádio como uma base para a criação das comunicações sem fio. Além disso, Mateus e Loureiro (1998) descrevem a tecnologia sem fio como uma solução inovadora para reduzir os altos custos de acesso remoto que as comunicações com fio geravam. Os autores agregam a essa tecnologia a principal precursora do surgimento da Computação Móvel.

De acordo com Araujo (2003), Computação Móvel refere-se à capacidade humana de mover fisicamente serviços computacionais, através de dispositivos, e poder utilizá-los em qualquer lugar. Loureiro (2009) concorda com essa afirmação, relatando que é uma área em crescimento e que pretende oferecer ao usuário o que ele deseja, que é obter informações em qualquer lugar e instante. Para isso,

aplicações dependentes do contexto são desenvolvidas para perfis dinâmicos, que podem ser alterados devido mudanças do ambiente, dispositivo, infraestrutura e interesse.

Benyon (2011) descreve a Computação Móvel como a área que mais cresce no design de sistemas interativos. Sua abrangência inclui todos os tipos de dispositivos da gama de computadores (de *laptops* a *palmtops*, celulares, assistentes digitais pessoais, leitores de *e-books*) bem como computação tangível e vestível.

Para Costa et. al. (2011), a Computação Móvel é o passo final da evolução da computação, que advém do avanço da rede sem fio e dos dispositivos portáteis. Através desses dispositivos é possível acessar informação em qualquer lugar, independentemente da localização física ou mobilidade. Para o autor, o que diferencia a Computação Móvel da tradicional é o fato que os serviços caminham com o usuário e tornem-se mais presentes, aumentando as possibilidades. Uma dessas possibilidades é a sensibilidade à localização, cujo aparelho consegue identificar pontos exatos do local físico em que o usuário se encontra.

3.2 Computação Pervasiva

Araujo (2003) define Computação Pervasiva quando o computador está embarcado ao ambiente de forma invisível ao usuário. Neste contexto, o computador é capaz de capturar informações do ambiente a fim de desenvolver modelos computacionais que controlam, configuram e ajustam da melhor forma para atender as necessidades do dispositivo e do usuário. Além disso, deve ser possível identificar outros dispositivos no ambiente que possam fazer parte da aplicação. Desta forma, surge a capacidade do computador agir de forma “inteligente” diante do contexto em que é inserido.

Silva et al. (2015) reafirma essa ideia dizendo que, de forma mais abrangente a computação é pervasiva quando está invisível ao olho nu do ser humano, mas sabe-se que está presente no ambiente. Já Kahl e Floriano (2011) afirmam que a computação pervasiva pode ser tanto perceptível quanto imperceptível ao ser humano.

3.3 Computação Ubíqua

O termo computação ubíqua, também conhecido como *UbiComp* (*Ubiquitous Computing*), foi idealizado pelo pesquisador e cientista Mark Weiser (1991) e refere-se ao avanço da tecnologia ao ponto de estar onipresente no cotidiano e de forma mais transparente possível. Segundo Weiser (1991), os computadores estariam presentes nos objetos mais simples, como canetas, etiquetas de roupas, xícaras de café, interruptores de luz e etc, de maneira que passaríamos a conviver com computadores e não somente interagir com os mesmos.

A adaptação da computação ubíqua para diferentes tamanhos e formatos permite a aplicação dessa tecnologia em diversas áreas. Friedewald e Raabe (2010) acreditam que, a longo prazo, a *UbiComp* irá permear todos os aspectos da vida, prometendo aumentar o conforto dentro de uma casa, o aprimoramento da eficiência energética, o uso de "veículos inteligentes" para tornar as estradas mais seguras, sistemas de assistência pessoal adaptativas para melhorar a produtividade do trabalho e até mesmo na medicina, onde sensores implantáveis e microcomputadores poderão assistir a saúde do usuário.

Alguns termos permeiam a definição da Computação Ubíqua, como a computação pervasiva e a computação móvel. De acordo com Benyon (2011), a computação pervasiva é sinônimo da computação ubíqua e ambas prenunciam o dia em que as tecnologias de computação e comunicação irão desaparecer e integrar-se à trama do mundo, onde trama são os objetos que usamos ou vestimos. Já Araujo (2003) diferencia esses conceitos, dizendo que “a computação ubíqua integra mobilidade em larga escala com a funcionalidade da computação pervasiva”, ou seja, que a computação ubíqua permite que as tecnologias tornam-se pervasivas no cotidiano.

Friedewald e Raabe (2010) comparam a computação ubíqua com os termos: Computação Pervasiva, Ambiente Inteligente e Internet das Coisas, dizendo que são quase idênticos, diferenciando-se apenas em termos acadêmicos, pois, na prática, todos objetivam ajudar as pessoas, visando constante otimização e avanços

econômicos, através do uso de microprocessadores e sensores integrados ao ambiente.

Lacerda (2015) define Computação Ubíqua como “a prática de embutir processamento de informações e comunicação em rede nos ambientes cotidianos das pessoas para continuamente prover serviços, informação e comunicação” e que a Computação Pervasiva relaciona-se à prevalência dessa tecnologia digital no ambiente. Além disso, a autora relata que Internet das Coisas “sugere um mundo onde objetos físicos digitalmente identificáveis estão relacionados entre si”.

No entanto, para que uma tecnologia seja considerada ubíqua, Friedewald e Raabe (2010) descrevem que são necessários os seguintes recursos: a descentralização ou modularidade dos sistemas e sua rede global; a incorporação do *hardware* e *software* em equipamentos e objetos de uso diário; suporte móvel para o usuário através de serviços de informação de forma ininterrupta; sensibilidade ao contexto e adaptação do sistema para obter informações dos requisitos em tempo real; o reconhecimento automático e processamento autônomo de tarefas repetitivas, sem intervenção do usuário.

Para Silva et al. (2015), a Computação Ubíqua isoladamente não oferece tantas facilidades para o usuário, sendo necessária a interação com a Computação Pervasiva e Móvel a fim de garantir a sua total eficiência. Araujo (2003) reafirma essa ideia dizendo que a Computação Ubíqua se beneficia dos avanços tecnológicos de ambos os termos. A Figura 1 representa essa interação:

Figura 1 - Fusão das tecnologias



Fonte: Araujo (2003)

Diante desse cenário, Araujo (2003) ilustra a fusão entre essas três tecnologias que agregam à Computação Ubíqua suas principais características, definidas como descentralização, diversidade e conectividade, conforme descrito a seguir.

- A descentralização caracteriza-se por agregar diversos dispositivos diferentes que podem ser utilizados para executar uma determinada tarefa ou função na *UbiComp*. Esses dispositivos colaboram entre si com o objetivo de desenvolver a inteligência no ambiente, interferindo diretamente na aplicação. Deste modo, um sistema distribuído é formado por intermédio de uma rede de relação dinâmica entre esses dispositivos, que precisam ser sincronizados e atualizados de acordo com o contexto em que estão inseridos.
- A diversidade presume que, diferente do *personal computer*, que atende diversas tarefas úteis para os humanos (como criação de planilhas, relatórios, acesso à web, jogos), mas não pode ser utilizado em movimento, os dispositivos ubíquos oferecem todas essas funções computacionais de forma adaptável e móvel. A Computação Ubíqua entende que cada usuário possui uma necessidade específica e em diferentes locais. Com isso, cada dispositivo pode ser criado para atender determinadas especificações e limitações humanas, como por exemplo, um empresário que realiza várias viagens e precisa estar em constante contato com a empresa e clientes, possui prioridades diferentes de um idoso aposentado que tem dificuldades de locomoção em casa e necessita de ajuda na realização de tarefas rotineiras. Para cada caso é possível a utilização de dispositivos ubíquos que irão solucionar o problema individualmente.
- Na Computação Ubíqua os dispositivos e as aplicações que neles executam, geralmente, movem-se junto ao usuário e, devido a este fato, a conectividade precisa ser sem fronteiras, transparente, adaptável a redes heterogêneas e de acesso ininterrupto.

3.4 Internet das Coisas

O termo Internet das Coisas (IoT) foi fundamentado, primeiramente, pelo pesquisador britânico e co-fundador do *Auto-ID Center do Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, Kevin Ashton em 1999. De acordo com Ashton (2009), originalmente a Internet das Coisas previa a conexão de todos os objetos físicos à Internet, com capacidade de capturar informações através da utilização da Identificação por Radiofrequência (RFID) e tecnologias de sensoriamento. Estas, por sua vez, permitiriam observar, identificar e compreender o mundo de forma independente dos seres humanos e suas limitações.

Na Figura 2, é possível observar a evolução da IoT ao longo dos anos realizado por Lacerda (2015).

Figura 2 - Linha do tempo da IoT

Linha do Tempo - Internet das Coisas		
1832	Baron Schillin	Telégrafo eletromagnético
1833	Carl Friedrich Gauss and Wilhelm Weber	Código para se comunicar a uma distância de 1200m
1844	Samuel Morse	Mensagem telegráfica em código Morse
1926	Nikola Tesla	"Quando a tecnologia sem fio estiver perfeitamente aplicada, a Terra inteira será como partículas de um todo real e rítmico... E os instrumentos que utilizaremos para fazer isso serão incrivelmente mais simples em comparação com o presente telefone. Um homem será capaz de transportar um no bolso do colete" (Colliers Magazine).
1949	Norman Joseph Woodland	Código de barras linear
1950	Alan Turing	"... É melhor equipar a máquina com os melhores órgãos dos sentidos que o dinheiro possa comprar, e depois ensinála a entender e a falar inglês. Este processo poderia seguir o ensino normal de uma criança"

1961	Edward Thorp Claude Shannon	Testado em Las Vegas e primeiro computador vestível, um dispositivo do tamanho de uma caixa de cigarros, usado no sapato para prever roletas. O protótipo foi feito em 1955.
1964	Marshall McLuhan	"... Através de meios elétricos, criamos uma dinâmica pelo qual todas as tecnologias anteriores - incluindo cidades - serão traduzidas em sistemas de informação" (Understanding Media)
1965	Gordon Moore (intel)	Antecipou que a quantidade de transistores em um circuito integrado comercialmente viável dobraria a cada 18 meses, mantendo o custo de fabricação - Lei de Moore
1966	Karl Steinbuch	" Em poucas décadas, computadores estarão entrelaçados em quase todos os produtos industriais"
1967	Hubert Upton	Computador analógico vestível com visor em óculos para ajudar a leitura labial
1969	Arpanet	Primeira mensagem enviada via rede pelo projeto <i>Advanced Research Project Agency Network (Apanet) do U.S. Department of Defense</i>
1973	Mario Cardullo	Patente da etiqueta de radiofrequência RFID passiva, de leitura-escrita
1974	TCP/IP	Primeira especificação do conjunto de protocolos de comunicação em rede TCP/IP pela Universidade de <i>Stanford e University College os London</i>
1974	<i>Universal Product Code (UPC)</i>	Simbologia de código de barras, utilizada pela primeira vez para compras de supermercado.
1984	<i>Domain Name System (DNS)</i>	Sistema de gerenciamento de nomes hierárquico e distribuído para computadores, serviços ou qualquer recurso conectado à Internet ou em uma rede privada.
1980	<i>Carnegie-Mellon Computer Science Department</i>	Membros da CMU instalaram micro-chaves na máquina da Coca-Cola e as conectaram ao computador departamental para que eles pudessem ver em seus terminais quantas garrafas restavam e se estavam frias ou não
1989	Tim Berners-Lee	Criou a <i>World Wide Web</i> . No ano seguinte, com a ajuda de Robert Cailliau e um jovem estudante do CERN, implementou a primeira comunicação bem-sucedida entre um cliente HTTP e o servidor através da Internet

1990	John Romkey	Primeiro artefato de Internet, uma torradeira que pode ser ligada e desligada pela rede
1990	Olivetti	Sistema de identificação ativa com sinais infravermelhos para comunicar a localização de uma pessoa
1991	Mark Weiser	Artigo na Scientific American sobre computação ubíqua
1993	Quentin Stafford-Fraser and Paul Jardetzky	Cafeteira Trojan Room Desenvolvida na Universidade de Cambridge, foi usada para monitorar os nêis de café, pelo envio de umagem atualizada 3x por minuto
1994	Steve Mann	WearCam, primeira versão comercial da câmera sem fio, considerada o primeiro exemplo de registro do cotidiano
1994	Mik Lamming Mike Flynn (Xerox EuroPARC)	Forget-Me-Not, dispositivo vestível sem fio com armazenamento de informações
1994	B. N. Schilit M.M. Theimer	Primeira ocorrência do termo 'context-aware' na literatura - "Disseminating active map information to mobile hosts" Network, Vol. 8, Issue 5
1995	Amazon e Echobay (Ebay)	A Internet torna-se comercial
1995	Nicholas Negroponte Neil Gershenfeld (MIT)	Artigo "Wearable Computing", publicado na Wired.
1997	Paul Saffo	Artigo publicado em Tem-Year Forecast: "Sensors: The Next Wave of Infotech Innovation"
1997	Carnegie-Mellon, MIT e Georga Tech	Organizaram o primeiro IEEE International Symposium on Wearable Computers , em Cambridge, MA
1998	Scott Brave Andrew Dahley Hiroshi Ishii (MIT)	Projeto in Touch - telefone tangíve para comunicação tátil de longa distância.
1998	Mark Weiser	Fonte de água que altera o fluxo e o volume em função do mercado de ações

1999	Sanjay Sarma David Brock Kevin Ashton	Ajudaram a Desenvolver o EPC, sistema de identificação global baseado em RFID com a finalidade de substituir o código de barras UPC. Transformaram a identificação por radiofrequência em uma tecnologia de rede, ligando objetos à Internet através de etiquetas RFID
1999	Kevin Ashton	Cunhou o termo ' <i>Internet of Things</i> ' como o título de uma apresentação na Procter & Gamble
1999	Neil Gershenfeld	Publicou o livro " <i>When Things Start to Think</i> "
2000	LG	Internet Digital DIOS - o primeiro refrigerador ligado à Internet.
2001	Neil Gershenfeld	Fundou o <i>Center for Bits and Atoms</i> no MIT.
2002	David Rose e outros	<i>The Ambient Orb</i> , monitoria bolsa de valores, portfólios pessoais, clima e outras fontes de dados e muda de cor com base em parâmetros dinâmicos.
2003	Projetos como <i>Cooltown</i> , <i>Internet0</i> , e <i>Disappearing Computer Initiative</i>	Buscaram implementar algumas e popularizar a IoT
2003	Bernard Traversat e outros	Project JXTA-C: Projeto de código aberto, que especificou um conjunto de protocolos padrão para computação ad-hoc, pervasiva e P2P que serviriam como base para a web das coisas.
2003	<i>BigBelly Solar</i>	Lixeira inteligente recarregada pelo sol, que comunica seu estado pela Internet.
2004	Bruce Sterling	Propôs o conceito "Spime", objeto localizado em determinado espaço e tempo, que têm sua história registrada.
2004	G. Lawton	M2M: em ' <i>Machine-to-machine technology gears up for growth</i> ' publicado em Computer.
2005	International Telecommunications Union - ITU	Publicou seu primeiro relatório sobre a IoT

2005	Interaction Design Institute Ivrea (IDII) em Ivrea, Italy	Criaram Arduino - placa microcontroladora de baixo custo e fácil uso - para o desenvolvimento de projetos: interativos, com grande impacto na computação física
2005	Rafi Haladjian Oliver Mével	Naabaztag (agora parte da Aldebaran Robotics) - pequeno coelho com Wifi, alerta sobre o mercado de ações, notícias, alarme, feeds, RSS, e conecta-se com outros coelhos.
2008	IPSO Alliance	Aliança entre empresas para promover o uso do IP em redes de 'objetos inteligentes' e possibilitar a IoT. A aliança agora possui mais de 50 empresas associadas, incluindo Bosch, Cisco, Ericsson, Intel, SAP, Sun, Google, e Fujitsu
2008	White space	A FCC aprovou regras para permitir que transmissores de rádio sem licença para operar no espectro de transmissão de televisão utilizassem o 'espaço em branco' (white space), que não está sendo utilizado por serviços licenciados, para a banda larga sem fio.
2008-2009	Internet das Coisas	A IoT surge entre 2008 e 2009 no momento em que o número de "coisas ou objetos" conectados à Internet ultrapassou o de pessoas.
2010	ZigBee Alliance IPv6 Forum	Parceria estratégica com a IPSO para acelerar a adoção de rede IP para objetos inteligentes.
2011	Arduino e outras plataformas de hardwares	Tornaram-se maduras e possibilitaram a utilização da Internet das Coisas por pessoas comuns (no estilo 'faça você mesmo').
2011	Nest Labs	Termostato Nest Learning que usa algoritmos de sensores, aprendizagem de máquina e computação em nuvem para compreender os comportamentos do proprietário da casa e preferências, para ajustar a temperatura.
2011	ICT-FP7 Work Programme, IoT-A e Digital Future Directives	Europa mostra seu contínuo interesse e apoio aos assuntos relacionados com a IoT por meio de iniciativas como o Programa de Trabalho ICT-FP7, a arquitetura IoT-A e o subsídio do governo do Reino Unido (R\$ 5 milhões)
2011	China	Continua a financiar a apoiar a pesquisa de desenvolvimento no campo da IoT em instituições como Instituto Xangai e a Academia Chinesa de Ciências.

2012	IPV6 - lançamento público	O novo protocolo de endereços de IP de 128bits.
2012	IoT-GSI Global Standards	Iniciativa de padronização que promove uma abordagem unificada para o desenvolvimento de padrões técnicos que viabilizem a IoT em uma escala global
2012	Google	Protótipo do Google Glass, óculos com um display óptico embutido, que exibe informações coletadas sem fio, de acordo com a especificação do usuário. Passou a ser vendido ao público em 2014
2012	Proteus Digital Health	Recebe autorização da FDA para lançar dispositivo médico ingerível sem fio que comunica os sinais vitais do paciente por meio de um sistema sobre a pele, que então envia informações a um telefone celular.
2013	AllSeen Alliance e Open Interconnect	Iniciativas de alianças entre empresas de tecnologia com a Qualcomm para desenvolver estrutura aberta que possibilite a difusão Internet das Coisas. A Intel e outras empresas criaram um consórcio concorrente, chamado Open Interconnect Consortium
2014	Ventura Beat	2014 é considerado o ano da Internet das Coisas

Fonte: Adaptado de Lacerda (2015)

Similarmente ao pesquisador Kevin Ashton em 2009, Santaella et. al (2004) define a Internet das Coisas como a fase da internet em que os objetos se relacionam com humanos e animais e estes, por sua vez, passam a ser objetos portadores de dispositivos computacionais promovendo conexão e comunicação. Deste modo, os objetos passam a ter controle de diversas ações diárias sem que seja necessária a atenção e comando das pessoas.

Lacerda e Lima-Marques (2015) descrevem a Internet das Coisas também como Internet Ubíqua, justificando-se pelo fato que são interligados entre si em diferentes escalas, formando ecossistemas com componentes biológicos, materiais e urbanos, possuindo em comum a informação como principal essência, que é

transportada entre esses objetos e de forma onipresente. Além disso, Lacerda (2015) ressalta que a Computação Ubíqua é a base para Internet das Coisas.

Neste contexto, o potencial da IoT baseia-se no poder que estabelece aos objetos de capturar, processar, armazenar, transmitir e apresentar informações. Quando conectados em rede, os objetos são capazes de realizar ações de forma autônoma e gerar dados em quantidade e variedade exponenciais, como produto das interações. Nesse contexto, a informação passa a fazer parte do ambiente, e configuram-se novas formas de atuação das pessoas no mundo. (LACERDA, 2015)

De acordo com Brasil (2016), a IoT é definida como:

[...] rede de todos os objetos que se comunicam e interagem de forma autônoma via internet, permitindo o monitoramento e gerenciamento desses dispositivos via *software* para aumentar a eficiência de sistemas e processos, habilitar novos serviços e melhorar a qualidade de vida das pessoas (BRASIL, 2016).

Deste modo, a IoT tem o poder de mudar a maneira com que o ser humano interage com o ambiente. Segundo a pesquisa, Internet das Coisas faz parte de um ecossistema, onde “Coisas” são apenas uma pequena parte. A IoT depende de serviços de telecomunicações e informação e envolve atores que contribuem para sua viabilização, como empresas, *startups*, universidades, órgãos e esferas governamentais, etc.

A pesquisa realizada pela Brasil (2016) utiliza uma arquitetura para IoT de acordo com as normas da *International Telecommunication Union (ITU)*², que pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Arquitetura da internet das coisas

² Disponível em: <<http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 01 ago. 2017



Fonte: Brasil (2016)

Conforme a pesquisa, a arquitetura da IoT apresenta as seguintes características:

- **Aplicação:** nesta camada contém as aplicações da IoT, como por exemplo, monitoramento de saúde e controle de automação industrial.
- **Suporte a aplicativos e serviços:** representa o suporte ao desenvolvimento de aplicações e serviços mediante a geração de funções que utilizam infraestrutura computacional em nuvem, como armazenamento de dados e processamento, garantindo interoperabilidade entre aplicações através de Interfaces de Programação de Aplicações (APIs) bem definidas e intermediando a comunicação com as camadas de rede e dispositivos;
- **Rede:** esta camada é responsável por endereçar os protocolos e tecnologias de comunicação associados à IoT;
- **Dispositivos:** aqui encontram-se os dispositivos e *gateways* com as respectivas funcionalidades dos seus elementos como processadores, memórias, *firmware*, sensores, atuadores, captação de energia e comunicação;
- **Gestão da Infraestrutura:** possui o objetivo de garantir a confiabilidade da infraestrutura da IoT através do comissionamento, monitoramento,

aprovisionamento e configuração dos dispositivos sensores e atuadores, elementos de rede e infraestrutura computacional, dando suporte para toda operação;

- **Segurança da Informação:** apresenta tecnologias que abrangem todas as camadas. Nela, são mapeadas as principais tecnologias utilizadas para atender os requisitos de segurança da informação como privacidade, integridade e disponibilidade.

3.5 Limitações e desafios da Computação Ubíqua

Em 2003, Araujo identificou que vários desafios precisavam ser superados nos níveis sociais, tecnológicos e organizacionais. No âmbito social, a segurança e privacidade ocasionariam problemas e mudariam a forma de trabalhadores e empresas interagirem entre si, acarretando novas preocupações, por exemplo, de como seria a supervisão dos empregados, já que os computadores estariam por todo o local, conectados uns aos outros. Igualmente desafiador seria o limite da divulgação dos dados dos usuários. Se por um lado, a captura de dados por sensores ocasionaria maior comunicação social e acesso à informação, por outro, organizações poderiam aproveitar da divulgação desses dados e invadir a privacidade do funcionário, por exemplo.

No nível tecnológico, Araujo (2003) identifica os seguintes desafios: novas arquiteturas, onde o projeto e implementação devem possibilitar a configuração dinâmica de serviços ubíquos em larga escala; tratamento de contexto, cujo principal desafio é a coleta de dados de sensores diferentes e processamento dos mesmos, assim como a disseminação dessas informações para diversas aplicações; integração da mobilidade em larga escala com a computação pervasiva e suas funcionalidades; integração e segurança da rede sem fio de forma transparente para o usuário; tratamento da multiplicidade de dispositivos, ou seja, diversos dispositivos funcionando simultaneamente e com qualidade e, por fim, mobilidade das aplicações juntamente com o usuário.

De acordo com Loureiro et. al (2009) os desafios enfrentados pela Computação Ubíqua podem ser divididos em categorias, sendo elas: sensoriamento,

modelagem, qualidade e segurança. Os autores descrevem esses desafios como as principais barreiras para que a *ubicomp* esteja ciente ao contexto em que está inserida.

Para Loureiro et. al (2009), na parte de sensoriamento, incluem-se os seguintes desafios: “escolha e inclusão dinâmica dos contextos mais apropriados a cada aplicação; técnicas para coleta de contextos físicos, lógicos e virtuais; atribuição de semântica uniforme aos contextos utilizados; identificação e escolha de fontes de contextos;” já na subárea de modelagem:

[...] modelo de arquitetura para sistemas cientes de contexto; modelo para representação uniforme da sintaxe dos dados de contexto coletados; modelo de armazenamento de dados contextuais; modelo de comunicação adotado entre diversos usuários ou aplicações. (LOUREIRO et. al. 2009).

Na subárea de Qualidade, Loureiro et al (2009) destaca os desafios: “Qualidade de contexto (QoC); Qualidade de serviço (QoS); Qualidade das fontes de contexto; Gerenciamento de aplicações cientes de contexto; Tratamento de falhas; Automatização de tarefas; Utilização de algoritmos de aprendizado; Identificação e tratamento de contextos individuais conflitantes; Identificação e tratamento de contextos coletivos conflitantes;” Por fim, na subárea de Segurança, têm-se: “Segurança para troca de dados entre usuários e aplicações; Confiabilidade das fontes de contextos e Segurança da Informação de contexto.”

Costa et. al. (2011) resume os principais desafios propostos por Weiser (1991) em categorias, que podem ser divididas em áreas de conhecimento. São elas: Heterogeneidade, Escalabilidade, Dependabilidade e Segurança, Privacidade e Confiança, Interoperação Espontânea, Mobilidade, Sensibilidade ao contexto, Gerência de contexto, Interação Transparente com o Usuário e Invisibilidade.

Segundo Costa et. al. (2011) a Heterogeneidade e a Escalabilidade estão relacionados a Sistemas Distribuídos, sendo que Heterogeneidade significa que os aplicativos devem ser capazes de executar em qualquer ambiente, independente de sistema operacional, tipos de dispositivos e interface com o usuário. Já a Escalabilidade aborda o grande número de usuários, dispositivos, aplicações e comunicações que são executados simultaneamente e em uma escala sem precedentes.

Na categoria de Dependabilidade e Segurança, Costa et. al. (2011) destaca que, algumas vezes, o sistema não consegue executar conforme foi programado e isso acarreta em falhas. A fim de evitar falhas, têm-se o conceito de Dependabilidade que aborda os conceitos de disponibilidade, confiabilidade, segurança crítica (*safety*), integridade e facilidade de manutenção. Segurança relaciona-se diretamente com a Dependabilidade, pois um sistema é considerado seguro caso existam medidas que garantem disponibilidade, integridade e confidencialidade. Esta categoria possui como área foco Sistemas Distribuídos e de Missão Crítica.

Neste sentido, garantir a privacidade é uma tarefa essencial e ao mesmo tempo, árdua, pois diante de um cenário onde informações são coletadas continuamente e sem a percepção do usuário, controlar o acesso a essas informações de maneira privada poder extremamente difícil. A confiabilidade precisa ser medida diante de um ambiente heterogêneo e dinâmico, já que não há uma infraestrutura fixa, faz-se necessário um sistema para controlar o que deve ser exposto aos demais componentes. A área foco desses dois desafios é a Internet e a Computação Móvel (COSTA et. al, 2011).

Costa et. al (2011) define interoperação espontânea como “integrar componentes variados disponíveis em vários dispositivos, bem como fazer a comunicação e o entendimento entre eles possível” e diz que a espontaneidade é indispensável devido a natureza volátil da *UbiComp*, cujo “componentes estão em movimento e interagindo com um conjunto de serviços que mudam constantemente”. Esse desafio possui como área foco a Computação Móvel, assim como os demais desafios que foram elaborados pelo autor e continuarão sendo descritos a seguir.

A mobilidade caracteriza-se pela possibilidade de acesso a aplicações e dados em qualquer local onde o usuário esteja, independente da mobilidade. Porém, mobilidade física não é apenas o desejável, mover logicamente dados e serviços entre diferentes dispositivos e ambientes também é essencial. Já a sensibilidade ao contexto, além de possuir mobilidade no ambiente, deve detectar informações que caracterizam a situação de entidades (pessoas, lugares ou objetos) nas aplicações.

Para obter as informações contidas no contexto, são utilizados sensores ou dispositivos que usam computação embarcada³ (COSTA et. al, 2011).

Gerência de contexto baseia-se no ato de uma aplicação responder às informações adquiridas pelos sensores. Ao captar essas informações, o sistema deve estar apto a tomar decisões e agir proativamente, como por exemplo, uma geladeira inteligente que percebe a baixa no estoque e, automaticamente, solicita uma reposição ao mercado.

Assim, os conceitos da área de Interação Humano-Computador (IHC) são indispensáveis para o funcionamento de um dispositivo da *UbiComp*, pois quanto mais “inteligentes” as aplicações ficam, maior deve ser a intensidade e qualidade de interação com o usuário. Além disso, essa interação deve ser transparente ao usuário e capaz de fundir seus dados com o mundo real. Usuários devem ser capazes de realizar suas tarefas sem se preocuparem com o funcionamento do sistema. Devido a este fato, a invisibilidade propõe que o *software* deve satisfazer a intenção do usuário sem gerar obstruções e ainda necessita aprender com os usuários e, em alguns casos, deixar esses alterarem suas preferências, interagindo de maneira quase subconsciente com o sistema (COSTA et. al, 2011).

Lacerda (2015) divide os principais desafios da Internet das Coisas em aspectos tecnológicos e informacionais e aspectos humanos e sociais. Dentro da primeira classificação têm-se:

- Plataforma aberta e interoperabilidade: As informações dentro da IoT devem fluir de um ponto ao outro de forma transparente e contínua. Porém a comunicação entre múltiplos dispositivos torna-se um desafio quando as empresas mantêm seus artefatos com tecnologias e serviços proprietários, dificultando a troca de dados. A IoT necessita de investimento em infraestrutura de rede sem fio em larga escala e em plataforma independente, que garanta escalabilidade e segurança. Para garantir a interoperabilidade

³ É um sistema microprocessado no qual o computador é completamente encapsulado ou dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla. É um computador construído para o único propósito da sua aplicação, ao invés de prover um sistema computacional generalizado. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/sistema-embarcado/>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

entre dados e sensores, iniciativas globais de desenvolvimento de padrões são necessárias.

- Sensoriamento e localização: É necessário distinguir alcance e precisão, considerar diferenças entre posição física e localização simbólica, distinguir localização absoluta e relativa, considerar questões de reconhecimento e privacidade e disponibilidade de transmissão de dados sem fio para comunicação de milhares de sensores.
- Identificação e endereçamento: Soluções de identificação do mundo real (como lugares ou seres vivos) devem ser adequadas e capazes de inter-relacionar esquemas heterogêneos de rede. O endereçamento não ambíguo é indispensável para implementação da IoT e só será possível através da nova geração de IPs (*Internet Protocol*) - o IPv6 (340 undecilhões de endereços de IP), que está se tornando o padrão para dispositivos na IoT. O principal desafio é a migração da atual infraestrutura do IPv4 para IPv6 e a criação de um sistema de gerenciamento dinâmico e eficiente de atividades.
- Encontrabilidade e precisão: Localizar itens e com precisão em meio de inúmeros objetos identificados em movimento é extremamente complexo na IoT. Quanto maior o volume de dados, menor a capacidade de recuperação de um determinado item.
- Contexto e comunicação: É necessário compreender o contexto de conexão dos artefatos em um determinado ambiente. Os dispositivos devem ser autossuficientes, mesmo estando integrados em um ecossistema. A má compreensão do espaço físico de cada usuário pode acarretar o aumento da complexidade das interações, devido à proliferação de dispositivos inteligentes.
- Eficiência energética e sustentabilidade: O crescente número de dispositivos conectados e o alto tráfego de dados possivelmente ocasionará um exponencial consumo de energia. Consequentemente, faz-se necessária adoção de tecnologias conscientes do consumo e arquiteturas sustentáveis.

Em relação aos aspectos humanos e sociais, Lacerda (2015) destaca:

- Ética: É fundamental que o desenvolvimento da IoT seja fundamentado em estratégias orientadas a pessoas, devido ao amplo impacto em muitos dos processos que caracterizam a vida cotidiana.
- Governança: atores e papéis: É imprescindível estabelecer os responsáveis das decisões dentro da IoT como: qual será o escopo da Internet, quem irá implementá-lo, quem irá regular seu funcionamento, qual o papel de cada ator envolvido, etc. É preciso integrar as partes interessadas, como cidadãos, pequenas e médias empresas, instituições governamentais e formuladores de políticas, a fim de corresponder às necessidades sociais e econômicas primordiais.
- Direitos aos dados, privacidade e segurança: É crucial saber a quem cabe a responsabilidade de decisão sobre os dados gerados pelos dispositivos de IoT, se é o governo, o usuário ou as organizações. Ainda não há um consenso referente aos direitos da privacidade e segurança que responde questionamentos sobre quais os limites éticos e legais para o arquivamento, a análise, a mineração e a interpretação da massa de dados gerada no contexto da IoT pelas empresas. A captura e a compilação de dados cotidianos têm consequências reais sobre questões de privacidade, individualidade e poder. À medida que a IoT utiliza-se de divergentes tipos de tecnologias de identificação, é fundamental garantir a privacidade adequada e adotar medidas de segurança, com o objetivo de impedir o acesso não-autorizado e garantir a integridade dos dados.
- Bens e interesses públicos: Tecnologias IoT que atendam interesses públicos pode gerar benefícios óbvios, como cidades inteligentes e suas ramificações, porém pode gerar desvantagens, como a captação de insumo indesejáveis e o mal uso por partes de interesses comerciais e *hackers*.
- Interatividade: A relação entre pessoas e tecnologia IoT é inevitável, porém não se sabe ao certo como será feita a adaptação, se será eficiente e agradável ou inconsciente ou indesejada.

Em 2014, o Governo Brasileiro instituiu a Câmara da IoT, cujos objetivos são relatados no seguinte trecho:

[...] subsidiar a formulação de políticas públicas, promover e acompanhar o desenvolvimento de soluções de Comunicação Máquina a Máquina (M2M) e de Internet das Coisas (IoT) para o mercado brasileiro. É um fórum multissetorial com representantes do Governo, Iniciativa Privada, Academia e Centros de Pesquisa. A partir da Câmara, discussões como privacidade de dados, segurança das informações, tributação, regulação, fomento ao desenvolvimento de soluções e formação de capital humano devem ser discutidas para que o Brasil possa tirar o maior proveito possível dos benefícios desse novo mercado. [...] Nesse sentido, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e o Banco Nacional para o Desenvolvimento (BNDES) estabeleceram um convênio para apoiar a realização de um estudo de IoT, através do Fundo de Estruturação de Projetos (FEP). Tal estudo tem como objetivo realizar um diagnóstico e propor políticas públicas no tema Internet das Coisas, estimulando a cooperação e articulação entre empresas, poder público, universidades e centros de pesquisa (BRASIL, 2016).

Diante deste fato, em 2016, foi iniciada pelo Secretário de Política de Informática, na condição de Coordenador da Câmara IoT uma Consulta Pública do Plano Nacional de Internet das Coisas, no Brasil, em decorrência das atividades já realizadas pelo MCTIC no âmbito da Câmara IoT, no qual o objetivou identificar tópicos chave para a viabilização de IoT no Brasil, e foram considerados e avaliados na fase de diagnóstico. Em um segundo momento, foi lançada uma consulta pública adicional com foco na priorização de segmentos de aplicações (verticais) e na construção de planos de ação. A pesquisa buscou “obter a opinião dos diversos agentes envolvidos a fim de construir-se um diagnóstico abrangente dos desafios e oportunidades de IoT no Brasil”. (BRASIL, 2016).

Em julho de 2017 foi divulgado pelo MCTIC um documento intitulado: “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil – Produto 6: Relatório Final da priorização de verticais e horizontais”, no qual apresenta o andamento da pesquisa realizada pela Consulta Pública do Plano Nacional de Internet das Coisas. O estudo está sendo conduzido pelo consórcio McKinsey/Fundação CPqD/Pereira Neto Macedo selecionado por meio da Chamada Pública BNDES/FEP Prospecção nº 01/2016 – Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT). O estudo foi dividido nas três seguintes fases, assim como seus respectivos objetivos (BRASIL, 2017):

- Diagnóstico Geral e aspiração para o Brasil: Obter visão geral do impacto de IoT no Brasil; Entender competências de TIC do País e Aspirações iniciais para IoT no Brasil. Período: de janeiro a março de 2017.

- Seleção de verticais e horizontais: Definir critérios chaves para seleção e Priorizar verticais e horizontais. Período: de abril a maio de 2017.
- Aprofundamento e elaboração de plano de ação: Aprofundar-se nas verticais escolhidas; Elaborar Visão para IoT para cada vertical e Elaborar Plano de Ação 2017-22. Período: de junho a setembro de 2017.

Conforme Brasil 2017, as duas primeiras fases da pesquisa foram encerradas e o documento gerado contém todas as informações necessárias para iniciar o Plano de Ação 2017-22. O relatório teve como objetivo consolidar insumos, descrever a metodologia adotada e apresentar os cálculos e resultado final da priorização das verticais. As principais atividades foram: “Detalhar metodologia utilizada na segunda fase do estudo; Demonstrar processo de construção e definição de critérios e métricas utilizadas na priorização das verticais; Capturar e consolidar pesos relativos de critérios da árvore de priorização; Indicar metodologia de cálculo e de avaliação dos critérios da priorização das verticais e apresentar resultados das avaliações dos ambientes e verticais priorizadas”. Os desafios e oportunidades a serem abordados pela IoT no Brasil, de acordo com o relatório é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Desafios e oportunidades da IoT no Brasil

1 Árvore de critérios apresentada na proposta (1/2)

Demanda (desafios e oportunidades a serem abordados pela Internet das Coisas)

Macrocritérios	Critérios	Indicador	Fonte
Importância do setor para abordar o desafio econômico do Brasil	Impacto direto e indireto no PIB	PIB (atual)	IBGE
		PIB (tendências)	IBGE
		PIB indireto devido aos efeitos cascata dos investimentos (efeito colateral)	Tabelas de EIS do MGI
	Criação de emprego	Empregos atuais	RAIS / CAGED
	Impacto na produtividade do Brasil	Avaliação qualitativa da importância do setor para a melhoria de produtividade do país	The Conference Board, IBGE, bases de dados do CPQD, Visão BR 2030, TIC 2022, entrevista
	Aumento da renda	Renda média per capita (atual e tendências)	IBGE, Tendências Consultoria Econômica, CityNav
	Exportações e participação no mercado global	Participação do setor global no PIB global	UNCTAD, UNIDO, Banco Mundial, OCDE, The Economist Intelligence Unit, IHS
Impacto social e ambiental		Participação do setor brasileiro no PIB global do setor	UNCTAD, UNIDO, Banco Mundial, OCDE, The Economist Intelligence Unit, IHS
		Exportações	MEXGIAceWeb
	Nível de valor agregado	Nível de valor agregado	Pix e IHS
	Importância do setor para a sustentabilidade ambiental	Avaliação do impacto do desenvolvimento do setor na sustentabilidade	Entrevistas com especialistas
Potencial de inovação	Impacto do setor na qualidade de vida	Avaliação do impacto na segurança, acesso a serviços públicos, saúde e educação	Entrevistas com especialistas
	Impacto no crescimento de PMEs	NP de PMEs atualmente ativos no Brasil, EUA e UE	RAIS/CAGED, Ministério do Trabalho dos EUA, Agência de Estatística da UE
	Potencial de pesquisa inovadora	Número de patentes nos últimos 2 anos	WIPO, US Patents, OCDE
Alavancagem para desenvolver o setor		NP de artigos publicados nos últimos 2 anos	SCOPUS, Orbit Quest
	Desenvolvimento de startups	NP de startups (novas empresas) nos últimos 2 anos	RAIS, base de dados do CityScope's CompanyScope e do MGI Global competition
	Impacto potencial da IoT no setor	Valor econômico potencial do desenvolvimento da IoT	Estudo de IoT do MGI
	Alavancas do setor público para desenvolver o setor	Avaliação da influência que o setor público pode ter no desenvolvimento do setor	Entrevistas com especialistas, DECD

Fonte: Brasil (2017).

As Figura 4 resume os principais critérios para o desenvolvimento da IoT no Brasil. Pode-se observar que para abordar o desafio econômico do Brasil, é necessário analisar qual o impacto direto e indireto no PIB (Produto Interno Bruto), qual o nível de geração de empregos, qual o impacto na produtividade, o aumento da renda, as exportações e participação no mercado global e qual o nível de valor agregado. Além disso, são apresentado os critérios para o impacto social e ambiental, o potencial de inovação e a alavancagem para desenvolver o setor.

Assim, faz-se necessário entender que todos os critérios citados pelo relatório, assim como as áreas de aplicação da IoT ainda serão analisados a fim de estabelecer o investimento necessário e o nível de priorização em cada setor, assim como o prazo e a maneira que essas mudanças irão ocorrer. Entretanto já foi possível observar quais setores possuem maior disponibilidade de capital privado para inovação da IoT, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Disponibilidade de capital privado para inovação



Fonte: Brasil (2017)

É possível observar também através da Figura 5, que o setor que mais possui disponibilidade de capital privado para inovação é a área de Saúde e o que menos possui são as Cidades.

A Figura 6 apresenta o nível de infraestrutura de conectividade que o país possui para suportar as aplicações de IoT.

Figura 6 - Infraestrutura de conectividade do país



Fonte: Brasil (2017)

Conforme apresentado na Figura 6, os setores que possuem a melhor infraestrutura são os Escritórios e ambientes administrativos e o pior é o setor Rural. Porém, de maneira geral, o nível de infraestrutura de conectividade nos principais setores do país é baixo.

3.6 Aplicações

Por ser uma tecnologia onipresente e muitas vezes invisível para o ser humano, a Computação Ubíqua pode estar presente em diversas áreas. Diversos fatores do poder dessa tecnologia podem ser explorados, dependendo apenas da criatividade e conhecimento dos engenheiros em aplicá-las a problemas reais a fim de tornar atividades diárias mais eficientes. (SILVA et al, 2015).

Algumas das áreas e exemplos de aplicações da Computação Ubíqua são reconhecidas por Araújo (2003), Benyon (2011), Silva et al (2015) e Lacerda (2015). Tais áreas incluem: educação, residências, medicina, automóveis e organizações.

Lacerda (2015) destaca as principais áreas da IoT como sendo: Saúde e Bem-estar; Consumo e Comodidade; Processos e Logística; Mobilidade e Infraestrutura. A autora ressalta que a IoT pode trazer diversos impactos em cada uma dessas áreas, como por exemplo:

- **Corpo (Saúde e Bem-estar):** Monitoramento de sinais vitais para prevenção, e integração de informações de pacientes e profissionais da saúde; Tecnologias não intrusivas de promoção da saúde (nanotecnologia) e Tratamentos e atividades físicas personalizadas em função de informações precisas, necessidades e objetivos das pessoas.
- **Casa (Consumo e Comodidade):** Economia de água e energia; informações em objetos; Eletrodomésticos que se comunicam para solucionar problemas e Segurança.
- **Indústria (Processos e Logística):** Produção em tempo real, sem desperdício de recursos e materiais; Informações disponíveis instantaneamente para os processos de trabalho; Vendas e logísticas integradas e rastreáveis e Sustentabilidade na produção.
- **Transporte (Mobilidade):** Fluxo contínuo de veículos; Interação entre veículos públicos e privados; Preservação do meio ambiente, sem emissão de poluentes; Estacionamentos localizáveis e Carros autogeridos.
- **Cidade (Infraestrutura):** Conectividade e integração total em rede; Instrumentação dos serviços essenciais; Monitoramento e análise de dados em tempo real, para garantia de sustentabilidade, segurança e comodidade e Consumo de energia sustentável.

Diversos dispositivos da *UbiComp* e IoT foram desenvolvidos e aplicados ao longo dos anos por instituições, casas e profissionais da área. Nos tópicos seguintes serão exemplificadas algumas dessas tecnologias, divididas por setores.

3.6.1 Educação

Segundo Lima et. al (2014), “a computação ubíqua aplicada à educação proporciona através de suas aplicações e ambientes, novos meios para um

aprendizado de acordo com a realidade na qual vivemos, tomando como base a possibilidade de personalizar o aprendizado e a necessidade de cada aluno”

Dois eventos brasileiros ocorridos entre os anos de 2010 e 2013, intitulados Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (SBCUP) e o SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação) reuniram diversas pesquisas envolvendo aplicações e inovações na Educação, utilizando a *UbiComp*. Alguns desses trabalhos são listados a seguir, assim como suas respectivas descrições (LIMA et. al, 2014):

- UbiReCon, modelo ubíquo que sugere conteúdo educacional considerando o perfil e o contexto do aprendiz. Seu principal benefício é a Recomendação de Objetos de Aprendizagem, baseado com o contexto do usuário. (FERREIRA, 2012).
- UbiGroup, modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes. Seu objetivo é auxiliar o professor na seleção de matérias, levando em consideração os aspectos gerais do perfil de um grupo. (FERREIRA, 2013).
- MobUS, sistema sensível ao contexto, auxiliará o aprendizado, em sala de aula. O objetivo é proporcionar meios de auxiliar o ensino, fazendo a aprendizagem se tornar mais dinâmica e interativa (QUINTA; LUCENA, 2010).
- M-SEA (Sistema de Ensino Adaptado Móvel). Sistema, que tem por objetivo adequar o ambiente às características individuais dos estudantes. Pretende disponibilizar para cada estudante uma sugestão de sequência adequada ao seu perfil e nível de aquisição de conhecimento. (PIOVESAN et. al, 2010).

Assim, muitos projetos de *UbiComp* e Internet das Coisas têm sido criados por profissionais da área de tecnologia com o intuito de melhorar a educação do país. Porém o baixo investimento na Educação Pública no Brasil impede que esses projetos sejam colocados em prática, por enquanto (SILVA et. al 2015; LIMA et. al 2014).

3.6.2 Casas e Cidades Inteligentes

Em relação à Computação Ubíqua estar presente no âmbito residencial, Benyon (2011) declara:

[...] o lar está se tornando cada vez mais um ambiente arquetípico de computação ubíqua. Existem vários tipos de novos dispositivos para ajudar em atividades como cuidar de bebês, manter contato com a família, fazer compras, cozinhar, e fazer atividades de lazer, como ler, ouvir música e assistir TV. O lar é ideal para a conectividade de redes sem fio de curta distância e para usufruir das vantagens das conexões de banda larga para o restante da Internet (BENYON, 2011).

As Casas Inteligentes devem possuir um ambiente controlado de forma harmoniosa, propiciando aos seus usuários um alto controle dos gastos energéticos, controle de luminosidade dos ambientes conforme sua utilização, controle dos principais equipamentos da casa, entre outros. Ou seja, cada vez menos será preciso que as pessoas selecionem o que os equipamentos deverão fazer, pois os próprios equipamentos serão programados para “pensar” de acordo com a vontade de seus usuários (SILVA et. al, 2015).

Um exemplo de projeto criado de Casa Inteligente é da empresa Panasonic, que anunciou no durante a *Smart Expo World Congress*⁴ de Barcelona que até o prazo de 2019 as “habitações vão experimentar uma enorme revolução que irá transformar por completo a nossa forma de viver”. A empresa pretende desenvolver um conjunto de inovações que colocam o controle das casas em nossas mãos. Através de serviços de Computação em Nuvem e o desenvolvimento de aplicações, será possível gerir a casa através de *softwares*, com todos os aparelhos e eletrodomésticos conectados. (PANASONIC, 2014). De acordo com a multinacional, as principais atividades da casa serão:

- A sala de jantar vai estar no centro da ação, a partir de onde será possível cozinhar. Com sensores de movimento podemos ajustar a tela da televisão, será possível colocar a música que mais gosta, o filme da sua preferência ou controlar o aquecimento.

⁴ Evento onde se reúnem os principais profissionais do setor público e privado no desenvolvimento inteligente das cidades, onde foram discutidas e debatidas experiências e conhecimentos em torno das principais áreas que intervêm na formação das *smart cities*: energia, tecnologia e inovação, meio ambiente, TIC, governo e economia, segurança urbana e mobilidade.

- Será possível personalizar fotos e verificar qual o estado da carga do carro elétrico. Paralelamente, o mesmo televisor vai poder avisar quando a refeição que estava a fazer no forno estiver preparada, ao mesmo tempo em que, uma câmara no seu interior irá permitir controlar o seu processo de confecção.
- Na cozinha tudo passará a ser mais fácil. Será possível saber quanto medem e pesam os alimentos e, para tal basta colocá-los sobre a placa de vitrocerâmica, que irá passar a ser extremamente funcional.
- A própria cozinha vai sugerir receitas para serem preparadas. Ao colocar um recipiente sobre a superfície, esta irá acender uma luz delimitando a borda da panela e de calor. A cozinha de indução colocará ao alcance novas práticas como, por exemplo, permitir que a colher remova de forma automática a comida.
- O forno microondas e a vapor estarão num único dispositivo podendo ser controlados a partir de um *Tablet*. Dada dimensão das casas, todos os equipamentos estarão preparados para dar o melhor serviço no menor espaço.
- Os espelhos passarão a identificar e a servir como chave de segurança para entrar em casa, mas também vão passar a analisar o tipo de pele, detectando sardas e rugas. Como resposta, vai recomendar que tipo de produtos serão necessários colocar e onde o pode encontrar, assim como as necessidades básicas da pele.

A Figura 7 ilustra o projeto da cozinha de uma Casa Inteligente desenvolvido pela Panasonic (2014). Na figura é possível observar a interação da personagem com o balcão digital, onde será possível enviar e receber comandos a respeito do funcionamento da cozinha.

Figura 7 - A cozinha de uma casa inteligente.



Fonte: Panasonic (2014)

Benyon (2011) ressalta que Casas Inteligentes não são exclusividade de pessoas com alto poder aquisitivo. Elas também oferecem consideráveis perspectivas para pessoas que se tornam cada vez mais dependentes com a idade ou por alguma necessidade especial. Com isso, ocorre uma capacidade cada vez menor de realizar atividades que antes eram simples, como abrir cortinas ou portas. Casas de apoio, controladores e motores elétricos podem ser inseridos ao ambiente físico a fim de facilitar algumas dessas atividades.

De acordo com Lacerda (2015), Cidades Inteligentes já são uma realidade e possuem como conceito abarcar “espaços em escala urbana cuja infraestrutura e serviços sejam instrumentalizados por tecnologias em suas mais diversas funções – saúde, transporte, indústria, logística, habitação”. Nesses lugares, as novas tecnologias tendem a conviver com as estruturas do mundo analógico, com o objetivo de aumentar a satisfação das necessidades humanas, a partir do desenvolvimento sustentável e qualidade de vida. A autora ressalta que, originalmente esse termo refere-se a projetos de cidades construídas inteiramente do zero com o propósito de serem totalmente inteligentes, são exemplos: New Songdo (Korea do Sul), PlanIT Valley (Portugal), Masdar City (Emirados Árabes) e Konza Techno City (Quênia).

No Brasil, o *Connected Smart Cities*, é um *Ranking* Brasileiro, desenvolvido pela *Urban Systems* em parceria com a *Sator*, que possui como objetivo:

[...] sanar as necessidades sociais, entendendo que as cidades brasileiras podem alcançar consideráveis resultados nos seus processos de desenvolvimento, colocando-as em patamares equivalentes ao melhores cases de cidades inteligentes do mundo. (BRASIL 2017).

Este *ranking* possui como metodologia analisar o desenvolvimento de onze eixos: Mobilidade, Urbanismo, Meio Ambiente, Energia, Tecnologia e Inovação, Economia, Educação, Saúde, Segurança, Empreendedorismo e Governança. Com isso, a classificação das principais cidades inteligentes do Brasil, apresentadas em 2016, no evento *Connected Smart Cities* foram (nota considerada de 0 a 100):

1. São Paulo (SP), nota: 35,71;
2. Rio de Janeiro (RJ), nota: 34,96;
3. Curitiba (PR), nota: 34,88;
4. Brasília (DF), nota: 33,84;
5. Belo Horizonte (MG), nota: 33,19;
6. Vitória (ES), nota: 32,91;
7. Florianópolis (SC), nota: 32,50;
8. Barueri (SP), nota: 31,99;
9. Recife (PE), nota: 31,86;
10. Campinas (SP), nota: 31,39;

Percebe-se através do resultado, que o Brasil ainda tem muito a evoluir, considerando que, de acordo com o *ranking* mundial *IESE Cities in Motion*⁵, entre as sete cidades mais inteligentes do mundo, a menor pontuação é de 90,23, pertencente a Chicago (US).

Um exemplo de iniciativa de Cidade Inteligente é trazido por Kon e Santana (2016), conforme descrito no seguinte trecho:

Santander é uma cidade no norte da Espanha, capital da Cantábria e tem uma população de aproximadamente 180 mil habitantes. Nela foi implantada um projeto experimental, para o desenvolvimento de uma plataforma de cidade inteligente, chamado SmartSantander (Sanchez et al.

⁵ Disponível em: <<http://citiesinmotion.iese.edu/indicecim/?lang=en>>. Acesso em: 1 ago. 2017.

2014) financiado pela European Commission. Para esse projeto, foi implantada uma rede de mais de 20 mil sensores e atuadores na cidade que coletam uma grande quantidade de dados em diversas regiões da cidade, como temperatura, espaços livres de estacionamento, identificadores de pontos de interesse e luminosidade. Além dos sensores, a plataforma também coleta dados de ônibus, caminhões de lixo e táxis utilizando dispositivos móveis instalados nos veículos. [...] A plataforma SmartSantander foi utilizada para o desenvolvimento de vários projetos como, por exemplo, para mostrar para os usuários os lugares livres para estacionamento na cidade e também para prever a utilização desses lugares em eventos na cidade (Vlahogianni et al. 2014). Foi desenvolvida também uma aplicação de realidade aumentada⁴ para dispositivos móveis que contém informação de mais de 2700 pontos de interesse da cidade como museus, livrarias, pontos de ônibus, oficinas de turismo e estações de aluguel de bicicletas, além de mostrar em tempo real a posição de ônibus e taxis. (KON; SANTANA, 2016).

A partir do trecho acima e dos demais exemplos apresentados, é possível notar que muito se tem investido em inovações para Cidades Inteligentes a fim de melhorar o cotidiano e a infraestrutura do país.

3.6.3 Medicina

A *UbiComp* oferece vantagens competitivas aos serviços de saúde visando ampliar a eficiência do serviço e a qualidade da gerência das relações com o paciente. Este modelo de sistema de saúde objetiva um hospital virtual, que estende-se para a casa dos pacientes e lugares onde os mesmos estão, onde sensores e dispositivos monitoram as condições do ambiente e do paciente e comunicam-se, via *wireless*, com os centros médicos para auxiliar na tomada de decisões. (SILVA et. al, 2015).

A empresa *Microsoft* criou o projeto *Seeing AI*⁶, que utiliza algoritmos de identificação visual e linguagem natural para descrever o ambiente em que uma pessoa está, ler textos e responder a perguntas, sendo que as últimas versões já são capazes de identificar emoções nos rostos de pessoas. Além disso, a tecnologia

⁶ Disponível em: <<https://blogs.microsoft.com/ai/2016/03/30/decades-of-computer-vision-research-one-swiss-army-knife/#sm.00000832cofao6dgpzm3y2hdhtqhn>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

pode ser utilizada com o auxílio de um telefone e um *smart glass* chamado *Pivothead*⁷.

Em 2015, a Associação Nacional de Hospitais Privados (Anahp)⁸ publicou o documento “Diretrizes de TI para Hospitais Privados – em busca do Hospital Digital”, criado por um grupo de especialistas de TI em todo o país, a pesquisa ofereceu instrução de referência para que hospitais brasileiros possam buscar a condição de Hospital Digital, ou seja, a informatização e automatização de todos os processos que estejam vinculados à gestão hospitalar. Uma das tecnologias utilizadas para essa iniciativa é a *m-Health* ou *Mobile-Health*, que é uma solução tecnológica para otimizar os cuidados com a saúde através de *Smartphones*, e de acordo com a Organização Mundial de Saúde, o *m-Health* possibilita o monitoramento dos pacientes em tempo real, assim como uma melhor qualidade em todo o acompanhamento médico, e a redução na necessidade de consultas, conseqüentemente, diminuindo as filas. Algumas funcionalidades do *m-Health* são (GTTHEALTHCARE, 2016):

- Permite que os documentos fiquem registrados apenas nos dispositivos, evitando o uso de papel e a perda de informações, além de oferecer um maior suporte e motivação para que os pacientes modifiquem seu estilo de vida e se comprometam com o tratamento.
- Caso o paciente sofra algum tipo de doença que necessite de monitoramento constante – como taxas de glicose ou da pressão arterial -, o mesmo pode receber todo o acompanhamento necessário dos profissionais através do aplicativo, sem precisar se locomover ou enfrentar filas para ser atendido.
- O sistema pode ser utilizado em situações mais simples, como incluir hábitos saudáveis na sua rotina (alimentação ou atividades físicas). O aplicativo envia notificações que irão estimular a seguir adiante para desenvolver tais costumes.

3.6.4 Automóveis

⁷ Disponível em: <<http://www.pivothead.com/>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

⁸ Disponível em: <<http://anahp.com.br/>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

O setor automotivo é atrativo para a Computação Ubíqua, pois os dispositivos de comunicação podem estar integrados nos veículos e utilizar as fontes de energia do mesmo. Além disso, o preço é relativamente baixo quando comparado ao valor do automóvel. Muitos desses serviços, como pedidos de socorros e rastreamento remoto, são de interesse dos compradores e das montadoras. Os sensores de estacionamento é um dos itens mais procurados pelos consumidores, que juntamente com os sistemas embarcados, possibilitam uma série de facilidades aos motoristas. Uma dessas funcionalidades será quando, em uso comercial, os carros dirigem sozinhos (SILVA et. al, 2015).

Neste ano de 2017, ocorreu na cidade de Barcelona o *Mobile World Congress*, o maior evento de telefonia do mundo. Nele foram apresentados automóveis com processadores de celular embarcados, veículos operados remotamente e orientados com movimentos programados previamente por meio de um relógio de pulso pelas montadoras em parceria com empresas de tecnologia, operadoras e aplicativos de mapas. De acordo com o site O Globo⁹ essas novidades tendem a chegar rapidamente ao Brasil, devido ao fato que a partir de 2018, todos os carros sairão das fábricas já com *chips* embutidos, possibilitando maior interação com celular e *tablets*, por meio de recursos como localização, monitoramento de combustível e calendário de revisões. A previsão foi feita pela *Qualcomm*, maior fabricante de processadores do mundo.

Nesse mesmo evento, as empresas participantes relataram que a primeira fase será a dos carros inteligentes. Na segunda, virão os veículos autônomos, que não contam com motoristas. Porém, para que isso ocorra, a implantação do 5G será essencial, pois permitirá a criação de uma rede de alta velocidade de conexão móvel sem interferências (a chamada latência) ou queda de sinal.

3.6.5 Organizações

As organizações abrangem todas as áreas apresentadas nos tópicos anteriores, ou seja, direta ou indiretamente há pelo menos uma empresa por trás das

⁹ Reportagem disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/todo-carro-0km-tera-chip-inteligente-ja-em-2018-no-brasil-prometem-montadoras-21013783>> Acesso em: 01 ago. 2017.

Instituições de Ensino, das Casas e Cidades Inteligentes, dos Hospitais e Clínicas e dos Automóveis. Portanto as características de IoT definidas para essas áreas, também englobam este tópico.

De acordo com Santos e Freitas (2016), a IoT possui vasto campo de atuação, mesmo havendo dificuldades como: “resistência de organizações para abandonar metodologias superadas; preocupação com a segurança dos dados que trafegam; e, como as soluções podem ser usadas, por quem e com quais objetivos.” Porém, as empresas estão analisando tais dificuldades e buscando por soluções efetivas. Segundo os autores, a dinâmica no cotidiano das empresas “estão sendo moldadas por novos paradigmas, afetando a forma como os negócios são efetuados, como os produtos são comercializados e abrindo a possibilidade de produtos mais adequados, de acordo com o perfil de cada cliente”.

A ideia é que cada vez mais as empresas mantenham o relacionamento com seus clientes, filiais, fornecedores e empregados mais próximos e eficientes, através de tecnologias IoT. Diversos setores poderão ser beneficiados, como o controle de estoque, gestão da cadeia de suprimentos, manutenção coleta de informações nas fronteiras organizacionais, serviços de segurança, dentre diversos outros. Todos eles poderão funcionar de maneira inteligente, prevenindo erros e perdas, acelerando a produção e também funcionando de maneira sustentável (SILVA et. al, 2015).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em primeiro momento procurou-se identificar quais os principais desafios e limitações da Computação Ubíqua. Para tanto, foi realizada uma entrevista semiestruturada com dois profissionais especialistas da área.

A entrevista iniciou-se com o questionamento a respeito do primeiro contato com a Computação Ubíqua, sendo que ambos desenvolveram trabalhos a respeito do tema durante o Mestrado e Doutorado.

Ao questionar sobre a concepção dos especialistas acerca da infraestrutura e das questões políticas atuais do país para a adoção da Computação Ubíqua, a Entrevistada 2 assim se expressou:

Um dos maiores desafios a serem enfrentados é a migração de versão do protocolo IP, para garantir que os objetos conectados tenham endereçamento único. A extensão IPV6 foi criada devido à limitação numérica da versão anterior, e possibilita a geração de cerca de 340 undecilhões de endereços de IP, o suficiente para identificar diversas vezes cada grão de areia do planeta. O desafio é migrar a infraestrutura atual da internet, que utiliza IPV4, e criar um sistema de gerenciamento dinâmico e eficiente de identidades. Ocorre que o IPV6 ainda não está em ampla utilização. Segundo as estatísticas do Google, mais de 80% dos dispositivos no mundo ainda utilizam IPV4, que já está se esgotando¹⁰. A migração definitiva para IPV6 é cada vez mais urgente, como explica Vint Cerf, um dos criadores da Internet¹¹. De acordo com o ranking da Akamai, o Brasil ocupa atualmente a 9ª posição, com 13% de adoção de IPV6. A Bélgica lidera a lista, com 38%, seguida da Grécia com 25% e dos Estados Unidos, com 22%. Mas a tendência é de forte crescimento – no primeiro trimestre de 2017, o Brasil foi o que mais cresceu entre os dez países que mais adotam o IPV6¹². Outra questão de infraestrutura a ser considerada é a da universalização do acesso à Internet, necessário para a operacionalização da IoT. Segundo o IBGE, o Brasil atingiu o índice de 58% de acesso pela população, alavancado especialmente pelos celulares¹³. Mas, em relação à cobertura de rede, o país ainda ocupa a 78ª posição, de 202. O IPEA aponta lacunas de mercado e de acesso, ao indicar que até 11,6 milhões de domicílios no país poderiam pagar pelo acesso à banda larga fixa ou móvel, mas não contam com a disponibilidade local do serviço¹⁴. A ITU (*International Telecommunication Union*) apresenta infográfico de indicadores de desenvolvimento da Internet no mundo em 2016 a partir de

¹⁰ Disponível em: <<http://bit.ly/2vG3gbf>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

¹¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-Uwjt32NvVA>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

¹² Disponível em: <<http://akamai.me/2wAZayl>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

¹³ Disponível em: <<http://bit.ly/2hLjqsX>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

¹⁴ Disponível em: <<http://bit.ly/2vHGkJL>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

diversos critérios, com um resumo da situação de cada país¹⁵. Na esfera política, o governo brasileiro deu um importante passo com a proposição do "Plano Nacional de Internet das Coisas" e a formação de um consórcio dedicado ao tema. No último dia 6 de junho, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) lançou consulta pública para construir o Mapa Brasileiro de IoT, que irá subsidiar a elaboração do Plano. A ideia é identificar empresas e instituições científicas e tecnológicas (ICTs) com competências técnicas e de pesquisa, além da oferta de produtos, serviços e soluções de IoT no Brasil. As 2288 contribuições da sociedade à consulta foram submetidas à Câmara de Internet das Coisas, que conta com a participação de 43 entidades, envolvendo governo, academia e iniciativa privada¹⁶. O estudo ocorrerá em três fases, que incluem diagnóstico, priorização de setores para investimentos e formulação de ações para fomentar o mercado de IoT no país (Entrevistada 2).

A partir do trecho acima percebe-se que as principais limitações levantadas pela entrevistada foram a má infraestrutura da Internet no país e a recente iniciativa do governo com a Consulta Pública do Plano Nacional de Internet das Coisas (BRASIL, 2016), conforme discutido anteriormente no capítulo de revisão da literatura.

Ao serem questionados sobre as vantagens da Computação Ubíqua para a sociedade, ambos entrevistados concordaram que esta tecnologia contribuirá tanto nos aspectos técnicos, sociais, econômicos e ambientais quanto para diversas áreas, como urbanismo, saúde, comunicação, segurança, comodidade e sustentabilidade.

A segurança da informação é um constante desafio para qualquer tecnologia que possua dados sendo processados. A prioridade na segurança da *UbiComp*, para o Entrevistado 1 é a garantia da privacidade e segurança dos dados, prevenindo os acessos a *backdoors*, um recurso utilizado por diversos *malwares* para garantir acesso remoto ao sistema ou à rede infectada, explorando falhas críticas com o objetivo de "abrir portas" do roteador.

Além disso, a Entrevistada 2 ressalta que a responsabilidade pela garantia da privacidade ainda é um desafio, pois é necessário saber se as decisões sobre os dados serem abertos, restritos ou sigilosos cabe ao usuário, ao governo ou às empresas proprietárias. Uma das maneiras de prevenir o vazamento de dados,

¹⁵ Disponível em: <<http://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2016/#idi2016countrycard-tab&BRA>>. Acesso em 12 jul. 2017.

¹⁶ Disponível em: <<http://bit.ly/2vG2Lhq>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

segundo a Entrevistada 2, é a utilização da criptografia para impedir o acesso não-autorizado e assegurar a integridade dos dados.

Em relação a atual situação de tecnologias da *UbiComp* no Brasil, foi questionado sobre a existência de casas e/ou veículos inteligentes. Ambos entrevistados ressaltaram que já existem casas e veículos autônomos, que desempenham tarefas como acender uma luz, irrigar a grama, estacionar em uma vaga, dentre outros. Porém, para que essas tecnologias sejam inteligentes, faz-se necessário maior interação com demais tecnologias em um determinado ambiente, conforme a descrição da Entrevistada 2:

[...] A tecnologia caminha agora em direção à integração do ecossistema residencial com os demais com os quais interage, incluindo supermercados, hospitais (soluções de acompanhamento de idosos, por exemplo), delegacias. Um fato emblemático recente do potencial dessa integração foi a prisão de um homem nos EUA por agressão e ameaça de morte à namorada, após o Echo Look, aparelho da Amazon operado pelo serviço de inteligência artificial Alexa, chamar a polícia por comando de voz¹⁷. Em relação aos veículos autônomos, recente matéria do Estadão informa que já podem ser encontrados nas ruas de São Francisco, Boston, Pittsburgh, Cingapura, Tóquio, Londres e Gotemburgo, e na Holanda toda¹⁸. Empresas tradicionais do ramo automobilístico estão em busca de um modelo que funcione num contexto disruptivo de negócio. Algumas estão fazendo parcerias com empresas de tecnologia, outras investindo em veículos autodirigíveis acessíveis à classe média. Um desafio para a adoção desses automóveis no Brasil é a qualidade das estradas. (Entrevistada 2).

É notável no trecho acima que, apesar do avanço de diversas tecnologias autônomas, poucas podem ser consideradas inteligentes, devido ao fato da integração com os demais dispositivos do ambiente em que se encontra não estar totalmente funcional. Um exemplo de função de um veículo inteligente é dada pelo Entrevistado 1 como sendo: “um veículo detecta que tem um problema e agenda uma visita na oficina de acordo com a disponibilidade da agenda do principal condutor.” Além disso, de acordo com a Entrevistada 2, a qualidade das estradas brasileiras é uma limitação para carros auto dirigíveis, enquanto em outros países, encontrar esses veículos nas ruas já é uma realidade.

¹⁷ Disponível em: <<https://glo.bo/2ueMyji>>. Acesso em 12 jul. 2017

¹⁸ Disponível em: <<http://bit.ly/2v2nliP>>. Acesso em: 12 jul. 2017

Ao solicitar outros exemplos de dispositivos da *UbiComp* para os entrevistados, foram citados: *Smartphones*, relógios, *smart tv's* e óculos inteligentes, além de ressaltar que, qualquer objeto de uso cotidiano com capacidade de captação, processamento de dados e conexão em rede, é potencialmente um dispositivo da *UbiComp* e, conseqüentemente, está suscetível a ataques por estar conectado.

Em seguida, foi questionado se é possível garantir qualidade de desempenho e segurança em um mesmo dispositivo da *UbiComp* e o Entrevistado 1 relatou:

Sim. A miniaturização de componentes eletrônicos nos últimos 10 anos mostrou que é possível fazer dispositivos compactos e com desempenho suficiente para um conjunto de tarefas. Tarefas de alto desempenho, por exemplo, reconhecer uma face, não precisa ser realizada no dispositivo, e sim na nuvem. No quesito segurança, o maior problema está nos aspectos de rede. Por exemplo, não existe uma solução eficaz para ataques de DoS (inundação de pacotes na rede) nem mesmo nas redes tradicionais, e isto pode ser um eventual problema em IoT. (Entrevistado 1).

Através do trecho acima, é possível notar que aspectos da rede podem impedir a garantia de segurança de um dispositivo e para isso é necessário investir em requisitos e funcionalidades para obter o sucesso da aplicação.

Ainda sobre segurança de dispositivos, foi questionado sobre a possibilidade de ter controle de ataques após a tecnologia ter sido lançada e utilizada pelos usuários, como em geladeiras inteligentes e aspiradores de pó autônomos. Ambos entrevistados acreditam que não há como garantir total controle de segurança em qualquer tecnologia, pois novos ataques são desenvolvidos diariamente. Entretanto, uma medida preventiva é a constante atualização dos *softwares* dos dispositivos, o que seria responsabilidade da empresa em conjunto com os usuários, como ocorre em aplicativos de *Internet Banking*.

Uma possível limitação para o avanço da *UbiComp* no Brasil é a falta de exploração do tema dentro de cursos de graduação de Computação ao longo dos anos. Quanto a isso a Entrevistada 2 relata:

Certamente. E não só nos cursos de Computação, pois o tema é inerentemente interdisciplinar. O arcabouço de uma única área é insuficiente para solucionar a complexidade dos problemas apresentados, que envolvem os mais variados campos do conhecimento – como Ciências Cognitivas, Arquitetura, Design, Ciências Ambientais, Engenharias, para citar alguns. (Entrevistada 2).

A partir do trecho acima, é notável que o incentivo dentro das Universidades é essencial para o futuro da IoT no Brasil, assim como agregar demais cursos que não sejam da área de Computação.

Em relação a outra provável limitação, que é a falta de incentivo para profissionais da área desenvolverem dispositivos da *UbiComp*, o Entrevistado 1 ressalta que “falta um planejamento e talvez até discernimento sobre IoT. É comum aparecerem projetos que dizem ser IoT, mas são apenas projetos de automação industrial. Aplicações realmente IoT ainda levam tempo e pesquisa para serem elaboradas e executadas.” A Entrevistada 2 destaca também que o Brasil ocupa a 17ª posição de 20 países analisados por uma pesquisa da *Harvard Business Review* que coloca a “Capacidade Nacional de Absorção (CNA)” como um desafio para o alcance do potencial econômico da IoT e, conseqüentemente, a formação profissional é justamente o ponto crítico para o país, que ficou com a pior avaliação neste fator.

O Quadro 1 apresenta uma síntese do que foi apurado através da pesquisa realizada com a revisão da literatura e as respostas dos entrevistados, reconhecendo os principais desafios e limitações encontrados com o presente trabalho.

Quadro 1 - Análise entre a teoria e a prática

Principais limitações e desafios identificados	Revisão da Literatura	Respostas da Entrevista
Infraestrutura de Rede	Modificação de endereço IPV4 para IPV6; Disponibilidade de conexão no território nacional; heterogeneidade e sistemas distribuídos;	Modificação de endereço IPV4 para IPV6; disponibilidade de banda larga em residências;
Ciência ao Contexto	Sensoriamento; adaptação ao ambiente; interação entre agentes; arquitetura; mobilidade física e lógica; integração do ecossistema residencial; interoperabilidade;	Sensoriamento; adaptação ao ambiente; Interação entre agentes; tecnologias autônomas; integração do ecossistema residencial; Interoperabilidade;
Segurança e Privacidade	Responsabilidade dos atores envolvidos; Invasão de <i>softwares</i> maliciosos; disponibilidade de atualizações constantes; criação de criptografias; divulgação dos dados; prevenção a falhas;	Acesso a <i>backdoors</i> ; ataques DoS; invasão de <i>softwares</i> maliciosos; disponibilidade de atualizações constantes; criação de criptografias; responsabilidade dos atores; diferentes tipos de tecnologias de identificação; proteção a danos físicos;
Questões Sociais	Regulamentação das responsabilidades dos envolvidos; ética; adaptação a mudanças;	Regulamentação das responsabilidades dos envolvidos; adaptação a mudanças; impactos da tecnologia;
Incentivo a Profissionais e Questões Governamentais (investimento e estrutura)	Plano Nacional de Internet das Coisas; Investimento em tecnologias e infraestrutura de rede; Evento SBC 2006-2016; melhorias em diversos setores nacionais.	Capacidade de Absorção Nacional; Plano Nacional de Internet das Coisas; investimento em tecnologias; planejamento e discernimento; situação das estradas; investimento em estrutura de rede.
Incentivo Educacional	Aplicações na educação;	Estímulo nas instituições superiores de ensino;

Fonte: Elaborado pela autora.

Através do Quadro 1 é possível observar que a comparação realizada entre os estudos da revisão da literatura e as respostas do entrevistados obteve mais resultados positivos, ou seja, respostas similares em relação as limitações e desafios encontrados. Para isso, os seguintes tópicos resumem o que foi observado a partir do estudo:

- Foram consideradas como limitações características já existentes que impedem o avanço da IoT no Brasil ou que precisam ser melhores desenvolvidas. Com isso, as principais limitações classificaram-se como: infraestrutura de rede, ética e papéis de responsabilidade, infraestrutura tecnológica e incentivo profissional.
- Como desafios, foram consideradas as barreiras que precisam ser enfrentadas e/ou desenvolvidas pelo país para o avanço da IoT. Os principais desafios classificaram-se como: segurança e privacidade, arquitetura do contexto, sensibilidade ao contexto, multiplicidade de dispositivos, interoperabilidade e heterogeneidade, transparência e invisibilidade.
- No quadro, foram agrupados as principais limitações e desafios, pois ambos os conceitos se fundem. Um desafio por ser considerado uma limitação, assim como ao contrário.
- As categorias de limitações e desafios foram resumidas conforme mais citadas durante o estudo.
- A análise diverge em alguns aspectos como o Incentivo Educacional, que não foi encontrado na revisão da literatura estudos que avaliassem os planos de ensino das universidades, ou seja, o quão disseminado é o conhecimento a respeito da Computação Ubíqua no Brasil. Em contrapartida, deve-se levar em consideração a experiência dos entrevistados nesse quesito.
- Observou-se que tanto a revisão literária quanto as respostas dos entrevistados acreditam que o Brasil muito ainda precisa avançar para o desenvolvimento da Computação Ubíqua. Porém, conforme iniciativas apresentadas, é de grande interesse do governo que essa tecnologia auxilie em diversas áreas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho foi possível descrever os princípios que acercam a Computação Ubíqua, suas vertentes e a taxonomia no atual contexto brasileiro. Para isso, foi realizado um estudo aprofundado na literatura bibliográfica, destacando as principais limitações e desafios considerados por especialistas da área de tecnologia. Foi possível observar que os conceitos de Computação Ubíqua e Internet das Coisas se equivalem e, devido a este fato, muitas vezes ao longo do trabalho foram utilizados como termos sinônimos, sendo a IoT considerada uma evolução da *UbiComp*.

O objetivo principal do trabalho baseou-se em identificar as limitações e desafios através do estudo bibliográfico e de uma entrevista com especialistas da área. Conforme detalhado no capítulo de Análise dos Resultados, concluiu-se que a teoria e a prática possuem as mesmas concepções.

Entretanto é de suma importância ressaltar que, apesar da Computação Ubíqua ter sido citada pela primeira vez em 1991, ainda é um tema considerado recente, pois muito se espera avançar com essa tecnologia. Além disso, para que dispositivos da *UbiComp* agreguem melhorias nos setores do país e em tarefas cotidianas dos usuários, faz-se necessário investimento na infraestrutura de rede e segurança para que essa tecnologia auxilie na economia e avanço do país. Porém, é válido salientar que o Brasil têm procurado recursos e apoiado pesquisas visando o sucesso da implementação dessa tecnologia.

Através do estudo realizado, notou-se que há diversos projetos recentes, entre os anos de 2015 e 2017, onde muitos ainda estão em fase de análise e não obtiveram resultados em curto prazo. Devido a este fato, alguns resultados ficaram limitados pela ausência desses dados.

Por fim, espera-se que este trabalho possa servir de embasamento para trabalhos futuros. Sugere-se levantar as principais mudanças que ocorrerão no atual cenário brasileiro a fim de preparar o país para o avanço da Computação Ubíqua e Internet das Coisas, considerando que diversos projetos ainda estão por vir. Além

disso, estima-se esse estudo sirva de incentivo para o aprofundamento do tema dentro das Universidades.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R. B. **Computação Ubíqua, Princípios, Tecnologias e Desafios** - XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. 2003. Disponível em: <<http://bit.ly/2nGNQgl>>. Acessado em: 20 out. 2016.
- ASHTON, K. **That “Internet of Things” Thing**. RFID Journal, 22 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>. Acessado em: 10 mar. 2017.
- BENYON, D. **Interação Humano-Computador**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 442 p. 2011.
- BRASIL. **Consulta Pública Plano Nacional de IoT**. Participa.br. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). 2016. Disponível em: <<http://www.participa.br/cpiot>>. Acessado em: 19 mai. 2017.
- _____. **Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2p5GV44>>. Acessado em: 01 jul. 2017.
- _____. **Brasil 2030: Indicadores Brasileiros de Cidades Inteligentes e Humanas**. Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas. 2017. Disponível em: <<http://redebrasileira.org/index.asp>>. Acessado em: 01 ago. 2017.
- COSTA et. al. **Computação Ubíqua: necessidades para uma Arquitetura de Software**. In: ERAD - ESCOLA REGIONAL DE ALTO DESEMPENHO, Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Computação — Sbc, 2011. p. 1 - 19. 2011.
- FERREIRA, L. G. A. **Um Modelo Multiagente para Recomendação de Conteúdo Educacional em um Ambiente Ubíquo**. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Rio de Janeiro, Brasil. 2012.
- FERREIRA, L. G. A. et al. **Um Modelo de Recomendação Ubíqua de Conteúdo para Grupos de Aprendizes**. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2013), São Paulo, Brasil. 2013
- FRIEDEWALD, M. e RAABE, O. **Ubiquitous computing: An overview of technology impacts**. *Telematics And Informatics: Contents lists available at ScienceDirect, Germany*, v. 28, n. 2011, p.55-65, 16 set. 2010 .
- GTTHEALTHCARE. **M-health: a saúde na palma da mão**. 2016. Disponível em: <<http://gtthealthcare.com.br/blog/index.php/m-health-a-saude-na-palma-da-mao/>> Acessado em: 02 ago. 2017.
- KAHL, M. e FLORIANO, D. **Computação Ubíqua, tecnologia sem limites**. 2011. Disponível em: < <http://bit.ly/2i7Rzol>> Acessado em: 20 jan. 2017

KON, F e SANTANA, E. **Cidades Inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios**. 2016. Disponível em: < <http://bit.ly/2uMqlKo>>. Acessado em 1 ago. 2017.

KOSCIANSKI, A. **Qualidade de Software**: aprenda as metodologias e técnicas mais modernas para o desenvolvimento de *software*. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora. 2007

LACERDA, F. **Arquitetura da Informação Pervasiva**: projetos de ecossistemas de informação na Internet das Coisas. Brasília: Universidade de Brasília. 226 fl. Tese de Doutorado. 2015

LACERDA, F. e LIMA-MARQUES, M. **Da necessidade de princípios de Arquitetura da Informação para a Internet das Coisas**. *Perspect. ciênc. inf.* [online]. vol.20, n.2, pp.158-171. ISSN 1981-5344. 2015. Disponível em: < <http://bit.ly/2n4sWtG>>. Acessado em: 28 de jan de 2017.

LIMA et. al. **Computação Ubíqua Aplicada na Educação: Um Mapeamento Sistemático**. *Nuevas Ideas em Informática Educativa TISE* 2014. 2014.

LOUREIRO, A. et. al. **Computação Ubíqua Ciente de Contexto**: Desafios e Tendências. 27º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, Recife, v. 27, n. 27, p.99-149. 2009.

LOUREIRO, A. **Computação Ubíqua e a Internet do Futuro**. IV Semana Acadêmica de Sistemas de Informação da UDESC/CEAVI. 2011.

QUINTA, M. R; LUCENA, F. N. **Problemas e soluções em *u-learning* e a adaptação ao de conteúdo de objetos de aprendizagem para diferentes dispositivos**. In: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Paraíba, Brasil. 2010

MATEUS e LOUREIRO, **Introdução à Computação Móvel**. 11ª Escola de Computação, COPPE/Sistemas, NCE/UFRJ. 1ª Edição. 1998. Disponível em: <https://www.fasul.edu.br/portal/app/webroot/files/links/redes/Livro_Introducao_a_Computacao_Movel.pdf>. Acessado em: 25 jun. 2017.

PANASONIC. **Panasonic revela o futuro das “nossas” casas**. 2014. Disponível em: <<https://www.panasonic.com/pt/corporate/noticias/articles/panasonic-revela-o-futuro-das-nossas-casas.html>>. Acessado em: 20 jul. 2017.

PIOVESAN, S, D. et al. **Modelagem de um Framework para *M-Learning***. In: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Paraíba, Brasil. 2010.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica**, 3. Ed. São Paulo: Editora Loyola, 2005.

SANTAELLA, L. et. al., **Desvelando a Internet das Coisas**. *Geminis*, São Paulo, v. 1, n. 2, p.19-32. 2004.

SANTOS e FREITAS. **A Internet das Coisas e o Big Data Inovando os Negócios**. *Revista FATEC Zona Sul, Análise e Desenvolvimento de Sistemas*. 2016.

SBC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Grandes Desafios de Pesquisa em Computação no Brasil**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br>> Acessado em: 20 out. 2016.

SILVA, E. et al. **Computação Ubíqua – Definição e Exemplos**. Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, [s.l.], v. 2, n. 1, p.23-32, 30 jun. 2015. Complexo de Ensino Superior Meridional S.A. 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2mFCjwm>>. Acessado em: 01 de fev de 2017.

WARKEN, N. **Exehda-DA: Uma Contribuição ao Controle da Adaptação Na Computação Ubíqua**. Dissertação Mestrado, Universidade Católica de Pelotas, Pelotas/RS. 2010.

WEISER, M. **The computer for the 21st century**. Scientific American. 1991.

APÊNDICE

Apêndice A - Entrevista

Entrevista a respeito do Trabalho de Conclusão de Curso II, intitulado: Computação Ubíqua: Limitações e Desafios.

1. Qual foi seu primeiro contato com a Computação Ubíqua? Lembra-se de quando ouviu pela primeira vez sua teoria?
2. Alguns autores acreditam que a Computação Ubíqua, Pervasiva e Internet das Coisas se diferem em algum aspecto e outros autores acreditam que são termos sinônimos. Com qual teoria você concorda?
3. Para adoção da Computação Ubíqua/Internet das Coisas, é necessário que o país tenha infraestrutura e questões políticas bem preparadas para o sucesso da mesma. Você acredita que o Brasil está preparado para enfrentar essas limitações?
4. A Computação Ubíqua traz benefícios para a sociedade? Quais?
5. Quais aspectos da segurança devem ser priorizados para o sucesso dessa tecnologia?
6. Casas e veículos inteligentes já são uma realidade ou muito ainda deve ser feito?
7. Quais dispositivos computacionais já são utilizados em nosso cotidiano que incorporam a Computação Ubíqua/Internet das Coisas? Eles podem ser considerados seguros?
8. Você acredita que é possível obter tanto qualidade de desempenho quanto segurança em um dispositivo de Internet das Coisas?
9. É possível ter controle em relação a ataques após a tecnologia ser lançada e utilizada pelo usuário (por exemplo, em geladeiras inteligentes ou aspiradores de pó autônomos)? Como a empresa pode garantir a prevenção de ataques tendo em vista diferentes perfis de usuários?
10. Você acredita que falta incentivo para os desenvolvedores em algo aspecto (financeiro, governamental, social, etc)?
11. Você acredita que a Computação Ubíqua vai conseguir adaptar-se em qualquer ambiente e qualquer pessoa (idosos, crianças, portadores de necessidades especiais, etc)?
12. Em qual área do conhecimento (Medicina, Educação, Residências, Automóveis, Negócios, etc) você acredita que a Computação Ubíqua está mais avançada?
13. Você acha que se este tema fosse mais explorado nos cursos de Computação, ao longo dos anos haveria maior avanço e mais pessoas interessadas neste tipo de desenvolvimento?
14. Faltam profissionais nesta área? Para desenvolver ou manipular?
15. A sociedade está preparada para receber este tipo de tecnologia incorporada em seu cotidiano?
16. Você possui ou já teve algum contato com algum dispositivo da Computação Ubíqua?