

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FAAC - FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PPGMiT - MESTRADO PROFISSIONAL EM MÍDIA E TECNOLOGIA**

FABERSON AUGUSTO FERRASI

**O USO DE MÍDIAS LOCATIVAS NO UNIVERSO DA INTERNET DAS COISAS:
construindo uma prova de conceito**

**BAURU - SP
2017**

FABERSON AUGUSTO FERRASI

O USO DE MÍDIAS LOCATIVAS NO UNIVERSO DA INTERNET DAS COISAS:
construindo uma prova de conceito

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia (PPGMiT) da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Mestre em Mídia e Tecnologia sob a orientação do Prof. Adj. Eduardo Martins Morgado.

BAURU - SP

2017

Ferrasi, Faberson Augusto.

O uso de mídias locativas no universo da internet
das coisas : construindo uma prova de conceito /
Faberson Augusto Ferrasi, 2017.

53f.

Orientador: Eduardo Martins Morgado

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Arquitetura, Artes e
Comunicação, Bauru, 2017

1. Internet das coisas. 2. Tecnologias móveis.
3. Beacons. 4. Mídias locativas. I. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.
II. Título.



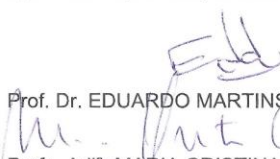
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

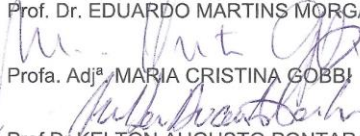
Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE FABERSON AUGUSTO FERRASI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 17 dias do mês de abril do ano de 2017, às 14:00 horas, no(a) Sala de Reuniões da Seção Técnica de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. EDUARDO MARTINS MORGADO do(a) Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia da FAAC/Unesp/Bauru / Universidade Estadual Paulista , Profa. Adj^a. MARIA CRISTINA GOBBI do(a) Departamento de Comunicação Social / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof.Dr KELTON AUGUSTO PONTARA DA COSTA do(a) Departamento de Computação / Faculdade de Tecnologia - UNESP/ Câmpus de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de FABERSON AUGUSTO FERRASI, intitulada **O USO DE MÍDIAS LOCATIVAS NO UNIVERSO DA INTERNET DAS COISAS: construindo uma prova de conceito**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO _____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. EDUARDO MARTINS MORGADO


Profa. Adj^a. MARIA CRISTINA GOBBI


Prof.Dr KELTON AUGUSTO PONTARA DA COSTA

Dedico este trabalho à minha esposa Juliana, ao meu filho Enzo, ao meu avô Antônio Sarti (in memorian), ao meu Tio Antônio (in memorian), ao meu Tio Enio, à minha mãe Glória e ao meu irmão Emerson, por estarem sempre ao meu lado me apoiando, incentivando, me dando dignidade e os valores necessários para minha formação como pessoa e cidadão.

**“Há três caminhos para o fracasso:
não ensinar o que se sabe;
não praticar o que se ensina;
não perguntar o que se ignora”.**

BEDA

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Adj. Eduardo Martins Morgado por me apresentar uma oportunidade de pesquisa, por acreditar na minha capacidade, pela confiança, por todos os apontamentos e ensinamentos muito especiais e acolhedores, além de me colocar à disposição os recursos do LTIA (Laboratório de Informática Aplicada).

Ao Prof. Dr. João Pedro Albino pela sua disponibilidade em nos atender e, principalmente, por nos conduzir com os seus direcionamentos tão ricos e esclarecedores durante suas aulas na disciplina de Leitura Dirigida, as quais contribuíram muito para este trabalho.

Um agradecimento especial à Profa. Adj. Maria Cristina Gobbi pelo acolhimento, direcionamento, correções e apontamentos elucidativos em todos os momentos na disciplina de Seminários de Pesquisa I. Seus ensinamentos foram de suma importância para a composição deste trabalho.

A todos os docentes e funcionários da pós-graduação, em especial aos professores: Dr. Marcos Américo, Dr. Juliano Maurício de Carvalho e Dr. Antônio Carlos Sementille, pelas contribuições que me proporcionaram conhecimentos riquíssimos e muito aprendizado em suas disciplinas.

À minha cunhada Adriana Camargo Ferrasi por todas as dicas, apontamentos e conselhos de extrema importância nos momentos em que mais precisei.

A todos os colegas de turma. Foi uma vivência muito agradável e desafiadora; muito aprendizado e muita cumplicidade. Em especial ao amigo e ex-professor Claudines Torres: foram muitos finais de semana e muita mensagem via Whatsapp.

E, por fim, à Deus e à minha família, todos que compreenderam o momento de estudo e dedicação em inúmeras situações e muitos finais de semana dedicados. Principalmente à minha esposa Juliana: obrigado por tudo. E a todos que, de alguma forma, me ajudaram a vencer os desafios que enfrentei, agradeço.

FERRASI, F. A. **O USO DE MÍDIAS LOCATIVAS NO UNIVERSO DA INTERNET DAS COISAS: construindo uma prova de conceito**, 2017, 53f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Mídia e Tecnologia) - FAAC - UNESP, sob a orientação do Prof. Adj. Eduardo Martins Morgado, Bauru, 2017.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar os resultados de um estudo exploratório sobre a evolução da Internet e conceituar sua fase atual denomina-se Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT). Tal conceito se apresenta como uma revolução tecnológica e oferece um grande potencial de inovação para diversas áreas. Nesta ocasião, são abordadas as possíveis inovações no uso dos dispositivos móveis alinhados ao seu potencial de comunicação com a Internet. Para isto, foi desenvolvido um experimento apoiado nas tecnologias, com o uso de dispositivos móveis, como smartphones e sensores de proximidade (*beacons*). Por meio do desenvolvimento de uma aplicação, são oferecidos recursos para captação autônoma de dados sobre a detecção da presença de pessoas em ambientes físicos. Através disso, oferecer um melhor gerenciamento dos dados obtidos e a possibilidade de outras formas de compartilhamento das informações geradas através da Internet, evidenciando, assim, o potencial de aplicação dos conceitos propostos na Internet das Coisas, foco central do projeto.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Mídias Locativas; Tecnologias Móveis; Dispositivos Móveis; *Beacon*.

FERRASI, F. A. **THE USE OF LOCAL MEDIA IN THE UNIVERSE OF THE INTERNET OF THINGS: constructing a proof of concept**, 2017, 53f. Conclusion Work (Master in Media and Technology) - FAAC - UNESP, under the guidance of Prof. Adj. Eduardo Martins Morgado, Bauru, 2017.

ABSTRACT

This work aims to show the results of an exploratory study on the evolution of the Internet and conceptualize its current phase is called Internet of Things (IoT). This concept presents itself as a technological revolution and offers great potential for innovation in several areas. This occasion, the possible innovations in the use of the mobile devices in line with their potential of communication with the Internet are approached. For this, an experiment was developed based on the technologies, with the use of mobile devices, such as smartphones and proximity sensors (beacons). Through the development of an application, resources are provided for autonomous capture of data on the detection of the presence of people in physical environments. Through this, offer a better management of the data obtained and the possibility of other forms of sharing of the information generated through the Internet, thus evidencing the potential of applying the concepts proposed in the Internet of Things, central focus of the project.

Keywords: Internet of Things; Locative Media; Mobile Technologies; Mobile Devices; Beacon.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO	13
2.1	Dados Gerais do Projeto	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	A Internet e sua evolução	15
3.2	Internet das Coisas	16
3.2.1	Definição	16
3.2.2	Arquitetura	17
3.2.3	Aplicações da IoT	18
3.3	Mídias Locativas.....	19
3.4	Beacons	19
3.5	Bluetooth	20
3.6	Smartphone/Telefonia Móvel	21
3.7	API Java	22
3.8	Linguagem de Programação Java	22
3.9	Linguagem de Programação PHP	22
3.10	Apache Web Server.....	23
3.11	MySQL.....	24
3.12	Plataforma Android	24
3.13	JSON (JavaScript Object Notation)	25
3.14	Plataforma Mpact Beacon	25
3.14.1	Componentes da Arquitetura	26
4	MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1	Tecnologias e recursos utilizados.....	29
4.2	Descrição da Prova de Conceitos (PoC)	29
4.3	Aplicação de Software	30
4.4	Metodologia utilizada.....	31
4.4.1	Etapas do processo de pesquisa e desenvolvimento	32
5	RESULTADOS OBTIDOS.....	36
5.1	Imagens do protótipo (App móvel)	38
5.2	Dispositivos utilizados	39
5.3	Apresentação do protótipo em evento	41
6	OUTROS RESULTADOS ALCANÇADOS	42
6.1	Publicações técnico-científicas	42
6.1.1	Resumos expandidos publicados em anais de eventos	42
6.1.2	Artigos publicados em anais de congressos.....	43
6.1.3	Artigo publicado em periódico:.....	43

6.1.4	Produção Tecnológica	43
7	PARCERIA INSTITUCIONAL	44
8	IMPACTOS.....	44
8.1	Impacto Científico	44
8.2	Impacto Tecnológico	45
8.3	Impacto Econômico	45
8.4	Impacto Mercadológico	45
8.5	Impacto Ambiental	46
9	DIFICULDADES	46
9.1	Dificuldades na pesquisa bibliográfica	46
9.2	Dificuldades no acesso a recursos de hardware	46
9.3	Dificuldades na escolha das tecnologias	47
9.4	Dificuldades com limitações técnicas do dispositivo beacon	47
9.5	Dificuldades durante os testes de uso da aplicação móvel	48
10	COMENTÁRIOS GERAIS E PERSPECTIVAS	48
11	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho explora os avanços ocorridos na Internet e suas fases de evolução até os dias atuais, realiza um alinhamento entre os conceitos da Internet das Coisas e suas possibilidades de inovação, com o emprego das tecnologias móveis e mídias de proximidade sem fio. A Internet mudou radicalmente a forma de disseminar as informações, colocando a sociedade, de modo geral, em um patamar em escala global de comunicação. Desde o seu surgimento, a Internet sofre com os desafios de como lidar com a quantidade gigantesca de dados que trafegam por suas redes diariamente.

Atualmente, os avanços nesta tecnologia buscam a extração e geração de dados de forma autônoma, através de “coisas” inteligentes (sem a necessidade da interação humana) e, além disso, o compartilhamento desses dados através da Internet. A partir disso, as possibilidades de aplicações são muito vastas e remetem a diversas questões. Visando à exploração de tais inovações, foi proposto o desenvolvimento de uma aplicação móvel, em caráter experimental, apoiada nos princípios da Internet das Coisas. Com este aplicativo foi possível expor algumas possibilidades do emprego das tecnologias móveis alinhadas aos conceitos da computação ubíqua, bem como avaliar os resultados de sua efetividade.

Com isso, este trabalho tem como objetivo geral: o desenvolvimento de uma aplicação móvel como prova de conceito (PoC), alinhada aos fundamentos da Internet das Coisas, que realize o compartilhamento de dados na Internet a partir da interconexão entre dispositivos móveis e mídias locativas de proximidade sem fio. Além disso, pode-se destacar como objetivos específicos os seguintes itens: explorar a atual fase de evolução da Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT); estudar o funcionamento e configuração da mídia locativa de proximidade sem fio denominada: *MPact Beacon Bluetooth LE*; identificar as técnicas de desenvolvimento de aplicações móveis para a plataforma *Android*; desenvolver um protótipo em caráter experimental (PoC) de uma aplicação móvel para a plataforma *Android* que seja capaz de interconectar-se com a mídia de proximidade *MPact Beacon LE* e, a partir disso, compartilhar dados na Internet.

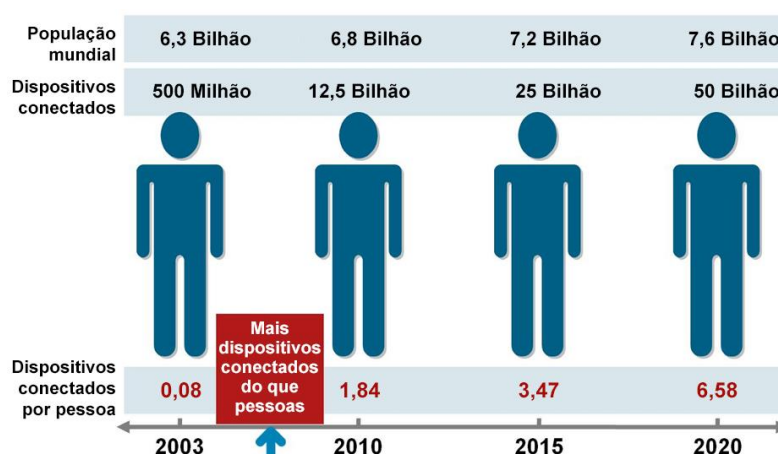
Na última década os avanços das tecnologias móveis em paralelo à interconexão dos dispositivos móveis com a Internet modificaram radicalmente a nossa maneira de viver. Com as facilidades de comunicação e de apoio que o uso dos smartphones exercem no cotidiano, podemos afirmar que seria muito difícil as pessoas imaginarem-se sem eles, pois são tantos os recursos em torno destes dispositivos que eles praticamente tornaram-se uma extensão do nosso ser. O acesso contínuo e instantâneo à Internet deixa de ser entretenimento e passa para o âmbito da necessidade, pois praticamente todas as plataformas de serviços de comunicação e gestão de informações estão interligadas através da infraestrutura de redes de comunicação mundial.

De acordo com o trabalho de Evans, na Cisco Internet Business Solutions Group:

O crescimento explosivo de smartphones e tablets levou o número de dispositivos conectados à Internet até 12,5 bilhões em 2010, à medida que a população humana chegou a 6,8 bilhões, tornando o número de dispositivos conectados por pessoa superior a 1 (exatamente 1,84) pela primeira vez na história (EVANS, 2011, p. 3).

Na Figura 6 podemos acompanhar a progressão da quantidade de dispositivos móveis conectados por pessoa em relação à população mundial.

Figura 6 - População Mundial x Dispositivos Conectados



Fonte: EVANS, 2011

A partir do momento que uma tecnologia é exposta ao uso, tudo em torno dela avança também. Foi assim com a Internet e está sendo assim com a tecnologia

móvel, a qual iniciou-se com os PDAs, logo em seguida, com os smartphones e com outras possibilidades de dispositivos, como os *wearables* (dispositivos vestíveis), com sensores em relógios, pulseiras e até roupas. A Internet das Coisas traz muitas possibilidades e impulsiona as tecnologias móveis. As perspectivas de evolução são promissoras.

Para Atzori, Iera e Morabito (2010), atualmente, a Internet das Coisas vêm ganhando grande destaque no cenário das telecomunicações e está sendo considerada a revolução tecnológica que representa o futuro da computação e comunicação.

2 RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO

2.1 Dados Gerais do Projeto

Nome do Produto: Protótipo de Software IoT Beacon

Período de Execução Física: 6 meses

Valor total do projeto:

Este projeto não recebeu nenhum tipo de investimento financeiro, somente o apoio através de recursos e infraestrutura oferecidos pelo LTIA Unesp campus de Bauru.

Bolsas - Financiamentos – Convênios e Parcerias: (Não houve)

Instituições participantes:

O projeto foi desenvolvido nas dependências da UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” *campus* de Bauru, durante o curso de mestrado do PPGMiT – Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia vinculado a FAAC – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Para que fosse possível a implementação do protótipo, foi necessária a utilização de recursos de hardware e software. O projeto teve apoio dos recursos fornecidos pelo LTIA – Laboratório de Informática Aplicada sob a coordenação do Prof. Adj. Eduardo Martins Morgado.

Caracterização da Pesquisa: Pesquisa Técnico Científica de Base Tecnológica

Caracterização da pesquisa com uma breve justificativa para o enquadramento:

A Internet atualmente passa por uma transição tecnológica e estrutural. O constante avanço das tecnologias móveis e sua interconexão em rede faz com que seja possível a prospecção de novas soluções em torno do seu uso. Visando explorar as possibilidades de tais avanços, identificou-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que auxiliem na produção de conteúdo e viabilização das possibilidades prospectadas.

Equipe:

Pesquisador: Faberson Augusto Ferrasi

Orientador: Prof. Adj. Eduardo Martins Morgado

Equipamentos adquiridos:

Para o desenvolvimento do projeto, foi necessário a utilização de um smartphone caracterizado como dispositivo móvel, o qual, nesta ocasião, foi operacionalizado como um *gateway*. Também foi necessário a utilização de um sensor de proximidade sem fio denominado *MPact Beacon BLE (Bluetooth Low Energy)*, que foi cedido pelo LTIA.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A Internet e sua evolução

Segundo Castells (2003), o embrião da Internet surge no final da década de 1960 com a criação da ARPANet, uma rede vinculada ao Departamento de Defesa Norte Americano que objetiva interligar universidades e centros de pesquisas, com a missão de atingir uma superioridade tecnológica frente à antiga União Soviética, para fins militares. Esta rede inicial mostrou-se efetiva, expandiu-se e, com o avanço tecnológico, foi recebendo novas configurações e finalidades de uso. Após a difusão dessas redes por pesquisadores e usuários técnicos, em decorrência do aprimoramento das técnicas e da sua necessidade de uso, surgem as redes em escala mundial interligando países e continentes.

A Internet é reconhecida pela maioria das pessoas como uma rede mundial de computadores. De fato, do ponto de vista técnico, é exatamente isso. Ela não passa de um aglomerado de equipamentos interconectados fisicamente com a função primária de transportar informações de um ponto ao outro. Já a *Wide World Web* (ou simplesmente Web) pode ser definida como um conjunto de aplicações que atuam em uma camada sobre a Internet. Esse conjunto de aplicações passou por várias fases de evolução diferentes:

1ª Fase - Redes de Computadores: Desde o seu surgimento, para a realização de pesquisas nas universidades e centros especializados, a Internet tinha como principal finalidade interconectar computadores. Após a especificação da *World Wide Web* surgem os serviços comerciais e a popularização da Internet (EVANS, 2011);

2ª Fase – Redes de Pessoas e Comunidades: Com o surgimento e a popularização dos PCs (*Personal Computer*), a Web passou a atender as necessidades voltadas a aplicações para interação entre as pessoas, como sites, buscadores de conteúdo, e-mails, ensino à distância, portais de notícias, comércio eletrônico, músicas online, vídeos online, computadores de mão, smartphones e redes sociais (EVANS, 2011);

3ª Fase – Redes de Objetos e Dispositivos Inteligentes: Esta é a fase atual em transição. Temos uma rede interligando vários objetos e sensores inteligentes que, ao “sentir” o ambiente ao seu redor, coleta dados e os compartilha entre si e com as pessoas de uma maneira que facilite o dia-a-dia de alguma forma, modificando a nossa maneira de viver (EVANS, 2011).

3.2 Internet das Coisas

3.2.1 Definição

A Internet que conhecemos hoje atravessa uma de suas maiores e mais desafiante revolução tecnológica, na qual teremos cada vez mais objetos e dispositivos inteligentes interconectados, trocando dados a todo instante através da sua interconexão. Este conceito é conhecido como a Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT, em inglês). Esta denominação foi cunhada por Kevin Ashton do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em uma de suas apresentações em 2009 e acabou sendo adotado mundialmente para representar essas mudanças (ASHTON, 2009). Dentre tantos outros termos, a Internet das Coisas pode ser definida da seguinte forma:

É um conjunto de redes, sensores, atuadores, objetos ligados por sistemas informatizados que ampliam a comunicação entre pessoas e objetos e entre objetos de forma autônoma, automática e sensível ao contexto. Objetos passam a “sentir” a presença de outros a trocar informações e a mediar ações entre eles e entre humanos (LEMOS, 2013, p. 239).

Outra definição da Internet das Coisas foi descrita por Kevin Ashton em uma entrevista concedida à Revista Inovação em Pauta da FINEP:

Um ponto de encontro entre as redes de comunicações humanas (Internet) e o mundo real das coisas, onde não mais apenas "usaremos um computador", mas onde o "computador se use" independentemente, de modo a tornar a vida mais eficiente. Os objetos – as "coisas" – estarão conectados entre si e em rede, de modo inteligente, e passarão a "sentir" o mundo ao redor e a interagir (FINEP, 2015).

Esta nova fase de evolução tem a sua essência apoiada na Computação Ubíqua. Este termo foi criado por Mark Weiser (1991), um cientista da computação que atuava como CTO (*Chief Technology Officer*) na *Xerox's Palo Alto Research*

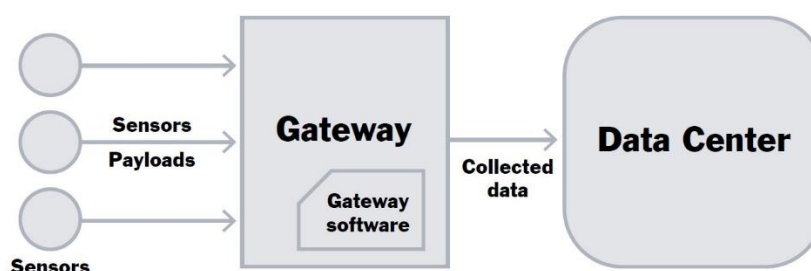
Center (Parc) e descrito no artigo ***The Computer for 21st Century***, publicado em 1991. No texto, Weiser defendia uma visão de futuro em que os computadores seriam invisíveis e incorporados aos objetos do cotidiano, substituindo os PCs habituais. Segundo o mesmo autor, no futuro presenciariamos a era da tecnologia calma, onde afirmava que as tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem, elas tecem-se no tecido da vida cotidiana até serem indistinguíveis dele, onde elementos especializados de hardware e software ligados por fio e ondas de rádio, serão tão onipresentes que nem notaremos a sua existência.

A proposta da Internet das Coisas consiste na ideia em que “coisas” colem, armazenem e compartilhem uma grande quantidade de dados, a qual, uma vez processada e analisada pode gerar uma gigantesca quantidade de informações e serviços, de forma autônoma através, da Internet.

3.2.2 Arquitetura

A definição da arquitetura para as aplicações voltadas ao cenário da Internet das Coisas não é uma tarefa muito simples. Isto ocorre devido à ausência de um padrão universalizado de protocolos de comunicação, bem como a diversidade de dispositivos físicos utilizados neste contexto. Na Figura 1 é representado um dos diagramas de arquitetura mais comuns para implementação do cenário da IoT, onde sensores de proximidade sem fio transmitem um dado via rádio frequência. O *gateway* captura, processa e transmite o dado para um *Data Center* disponível na Internet.

Figura 1 - Arquitetura proposta para IoT



Fonte: KONSEK, 2015

Geralmente, a utilização de um *gateway* para intermediação da comunicação com a Internet é necessária devido à limitação dos sensores atuadores comumente utilizados nesta arquitetura, sendo limitados à uma transmissão de dados por rádio frequência de baixo consumo de energia usando tecnologia *Bluetooth LE*. Os *gateways* podem ser representados por dispositivos móveis, capazes de processar os dados e interconectar-se através da Internet e realizam a sua transmissão para um *Data Center*, como por exemplo: smartphones, tablets, microprocessadores (*Raspberry Pi*), microcontroladores (*Arduino*), dentre outros.

3.2.3 Aplicações da IoT

As propostas de aplicações com base nos conceitos da IoT são promissoras. Também não podem ser desprezados os entraves a serem superados, como os padrões universais, segurança, infraestrutura de redes, criação de novos dispositivos físicos, dentre outros. Entretanto, se tais propostas forem alinhadas aos avanços tecnológicos dos dispositivos móveis disponíveis atualmente, podem promover uma verdadeira revolução na maneira em que são gerados e consumidos dados e, principalmente, como são compartilhados. Essas questões têm sido objeto de estudo de diversos eixos das tecnologias emergentes. Existe um alto investimento por parte das grandes empresas de tecnologia, como Microsoft, Google Inc., Intel, Qualcomm e tantas outras. O resultado revela-se ser a possibilidade de inúmeras áreas se beneficiar da IoT. Na medicina, por exemplo, com o controle e monitoramento de pacientes e seus indicadores vitais, por meio de dispositivos móveis e sensores inteligentes; na agronomia, com o monitoramento de condições climáticas e ambientais em tempo real; na gestão pública, com as cidades inteligentes; os comércios varejistas com a gestão de mobile marketing; a segurança com as casas inteligentes e conectadas, etc. São inúmeras as aplicações e a constante mobilização por mais pesquisas e investimentos demonstram sua importância. Em pouco tempo os avanços serão ainda mais expressivos, viabilizando tecnologicamente o conceito da IoT.

3.3 Mídias Locativas

Na IoT, as mídias locativas são elementos essenciais presentes na sua arquitetura que dão suporte a implementação das soluções baseadas na captura de dados baseadas em locais (*location-based*). Uma das formas de uso mais comuns dessas mídias são as balizas (*beacons*) que atuam como marcadores de locais ou objetos específicos encontrados em ambientes físicos. Outra forma bem comum de aplicação desses sensores se dá pela emissão de dados sobre variáveis ambientais de diversos tipos, como, por exemplo, temperatura, umidade, pressão, luminosidade e outros.

Uma das maneiras mais conhecidas de interconectar-se com esses sensores é por meio da tecnologia *Bluetooth 4.0 LE*, com baixo consumo de energia e de fácil compatibilidade com dispositivos móveis. Segundo Lemos (2013), em sua obra intitulada “A Comunicação das Coisas: teoria ator-rede e cibercultura” o conceito de Mídias Locativas pode ser descrito da seguinte forma:

São tecnologias de comunicação e informação bem como os serviços correlatos baseados na localização dos dispositivos. A utilização dos serviços oferecidos por essas mídias, já são bem corriqueiros como navegação automotiva com GPS, anotação eletrônica com QR Codes ou etiquetas RFID, comunicação via *bluetooth*, objetos autônomos tomando decisões ligados a outros pela Internet (p. 201).

Além dos *beacons*, existem outros inúmeros tipos de mídias locativas, como, por exemplo, RFID, GPS e QRCode. Todos são bem aplicáveis e primordiais para viabilizar a implementação dos projetos fundamentados nos conceitos da Internet das Coisas.

3.4 Beacons

Beacons é o nome para a tecnologia de *indoor proximity system* ou “sistema de proximidade em ambientes fechados”, que permite localizar objetos (ou as pessoas que carregam esses objetos) com muito mais precisão, dentro de ambientes fechados (TEIXEIRA, 2014).

Os *Beacons* são aparelhos que utilizam a tecnologia denominada *Bluetooth Low Energy* ou BLE, que permite que aplicativos *mobile* recebam sinais do mundo físico e reaja com estes. Esta tecnologia foi criada para transmitir pequenas

quantidades de dados por meio de ondas de rádio em distâncias definidas. As informações são reconhecidas por smartphones e podem ser usadas para acionar mensagens em formato *push* ou ações de um aplicativo. Um *Beacon* padrão tem capacidade de transmissão de até 100 metros, ideal para rastreamento de localização interior (ALMEIDA, 2014).

3.5 Bluetooth

De acordo com Velloso (2014), *Bluetooth* é a tecnologia que permite uma comunicação simples, rápida, segura, barata e sem fio entre computadores, smartphones, tablets, fones de ouvido, etc. Esta denominação advém do apelido dado ao rei da Dinamarca no século X, Harald Batland, que tinha dentes azulados e unificou os reinos nórdicos da Dinamarca e da Noruega. Neste sentido, o termo “*Bluetooth*” foi adotado como uma terminologia da informática como sinônimo de unificação.

Para Castelo (2014), *Bluetooth* é uma rede sem fio constituída por dispositivos de baixo consumo de energia e com alcance de 50 a 100 metros, operando na faixa de 2.4GHZ (*gigahertz*). Para serem utilizados, os dispositivos *Bluetooth* precisam de pareamento, um processo de autenticação entre os dispositivos. Isto permite que eles se reconheçam e, assim, que ocorra a comunicação.

Com um dispositivo se comunicando via *Bluetooth*, o usuário pode tanto receber quanto transmitir dados (modo *full-duplex*). A transmissão é alternada entre *slots* para transmitir e *slots* para receber, gerando um esquema denominado *FH/TDD* (*Frequency Hopping/Time Division Duplex*) (ALECRIM, 2008).

A velocidade de transmissão de dados no *Bluetooth* é relativamente baixa. Até a versão 1.2, a taxa alcançava, no máximo, 1 Mbps (megabit por segundo). Na versão 2.0, este valor passou a alcançar até 3 Mbps. Embora estas taxas sejam curtas, são suficientes para uma conexão satisfatória entre a maioria dos dispositivos. Todavia, a busca por velocidades maiores é constante e, como prova, a versão 3.0 é capaz de atingir taxas de até 24 Mbps (ALECRIM, 2008).

A primeira versão (1.2) foi lançada em 1999 e, atualmente, o *Bluetooth* encontra-se na versão 4.0, a qual atinge a mesma velocidade da versão 3.0, 24Mbps. Igualmente as versões anteriores. Focado na economia de energia, a nova versão exige muito menos eletricidade quando o dispositivo está ocioso, recurso

especialmente interessante, por exemplo, para telefones celulares que consomem muita energia quando o protocolo permanece ativado, mas não em uso (ALECRIM, 2008).

3.6 Smartphone/Telefonia Móvel

De acordo com Brookshear (2013), o smartphone é um pequeno computador de propósito geral que cabe na palma da mão, no qual a telefonia é apenas uma de suas muitas aplicações. Estes telefones são equipados com um amplo conjunto de sensores e interfaces, incluindo câmeras, microfones, bússolas, telas sensíveis ao toque, acelerômetros e diversas tecnologias sem fio para se comunicarem com outros smartphones e computadores.

Telefonia celular ou telefonia móvel, é o nome dado para sistemas de comunicações móveis que têm uma arquitetura celular e interconexão com a Rede Telefônica fixa. Com a Telefonia Celular, ao contrário do que ocorre na Telefonia Fixa, obtêm-se, como alternativa, um pequeno aparelho portátil que pode receber ou fazer chamadas em movimento e de, praticamente, qualquer lugar onde esteja. Esta mobilidade é conseguida pela utilização de comunicação *wireless* (sem fio) entre o terminal e uma Estação Rádio Base (ERB) conectada à uma Central de Comutação e Controle (CCC) que possui interconexão com o Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) e a outras CCC, permitindo chamadas entre os terminais celulares e deles com os telefones fixos comuns (TELECO, 2015).

O terminal móvel se comunica com a ERB mais próxima. A área de cobertura referente à uma ERB é chamada de célula. Ao se locomover, o terminal móvel muda de célula e tem sua comunicação transferida de uma ERB para outra. A mudança de ERB durante uma chamada é denominada "*handover*". Quando o terminal está fora de sua Área de Mobilidade, diz-se que ele está em *roaming*, ou seja, ele é um assinante visitante no sistema celular daquela região. É possível a um terminal operar em um sistema celular em outra região do país ou do mundo desde que o terminal seja compatível com as características técnicas da operadora visitada e exista um acordo de *roaming* desta com a operadora do assinante (TELECO, 2015).

3.7 API Java

Para Horstmann (2009), a API (*Application Programming Interface*) é a interface de programação de aplicativo. Sua documentação lista as classes e métodos da biblioteca Java. Cada classe inicia uma seção que descreve o propósito da classe. As tabelas de resumo mostram os construtores e os métodos esclarecendo sua forma de uso.

De acordo com Schach (2009), a API é um conjunto de chamadas do sistema operacional que facilita a programação. Embora uma API seja normalmente implementada como um conjunto de chamadas ao sistema operacional, para o programador, as rotinas que constituem a API podem ser vistas como uma biblioteca de sub-rotinas.

3.8 Linguagem de Programação Java

Costa (2008), afirma que o Java é uma tecnologia, uma linguagem de programação e uma plataforma de desenvolvimento de software criada pela Sun Microsystems e atualmente mantida pela Oracle, com suporte ao paradigma de programação orientada a objetos, destinada ao desenvolvimento de software.

Segundo Sampaio (2011), o Java é bastante versátil e, portanto, multiplataforma, atendendo às diferentes necessidades dos desenvolvedores de acordo com o tipo de plataforma, por exemplo, a desktop (*standard*) que possui APIs para os mais diversos problemas de programação; corporativa (*enterprise*) que fornece especificações e APIs para *containers* que hospedam aplicações corporativas e móvel (*micro edition*), a qual fornece especificações, perfis de equipamentos e APIs para a criação de programas para plataformas embarcadas ou móveis.

3.9 Linguagem de Programação PHP

Remoaldo (2008), afirma que a linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*) baseia-se na sintaxe da linguagem C e possui diversos comandos e estruturas de dados que permitem a sua utilização como linguagem *Server-Side* para sites Web. A linguagem PHP é colocada diretamente numa página Web juntamente com o HTML. Seria altamente ineficiente que o interpretador PHP considerasse todas as linhas de

uma página Web como comandos PHP. Por isso, o *parser* do interpretador PHP, a parte que verifica a sintaxe, necessita de saber quais áreas da página Web possuem códigos. Para resolver este problema, utilizam-se caracteres especiais, de forma a identificar e limitar o código PHP.

Segundo Miletto e Bertagnolli (2014), o PHP é uma linguagem criada em 1995 que explora a criação de *scripts*, os quais são, normalmente, interpretados em um servidor Web onde estes estejam armazenados. O pré-requisito para que isso ocorra é que o servidor tenha o interpretador PHP devidamente configurado. No entanto, *scripts* PHP também podem ser executados localmente, via linha de comando, mediante à presença de um interpretador.

3.10 Apache Web Server

Castelo (2014), define o Apache HTTP (*Hipertext Trasnfer Protocol*) Server, é um projeto de um servidor web ativo desde 1996 e desenvolvido para criar um *Web Server* que seja robusto, comercial e repleto de funcionalidades, além de se tratar de um software livre, com código aberto. Ele é um *Web Server cross-platform*, leve, robusto, que pode ser utilizado em empresas de pequeno e grande portes. Sua principal característica é a estrutura modular, que torna possível personalizá-lo de muitas maneiras e integrá-lo a diversas aplicações, como MySQL e Python. Com o lançamento da versão 2.2, o Apache ganhou módulos, o que permite fazer o servidor funcionar como servidor Proxy e Proxy reverso.

O Apache possui suporte a *scripts* CGI (*Common Gateway Interface*) usando linguagens Perl, PHP, Shell Script, ASP, por exemplo; suporte à autorização de acesso podendo ser especificadas restrições de acesso separadamente para cada endereço/arquivo/diretório acessado no servidor; autenticação requerendo um nome de usuário e senha válidos para acesso à alguma página/subdiretório/arquivo (suportando criptografia via Crypto e MD5); negociação de conteúdo, permitindo a exibição da página Web no idioma requisitado pelo Cliente Navegador; suporte a tipos mime; personalização de logs; mensagens de erro; suporte à *virtual hosting* (é possível servir duas ou mais páginas com endereços/portas diferentes através do mesmo processo ou usar mais de um processo para controlar mais de um endereço); suporte à IP *virtual hosting*; suporte à *name virtual hosting*; suporte ao servidor Proxy FTP e HTTP, com limite de acesso; *caching* (todas flexivelmente configuráveis);

suporte à Proxy e redirecionamentos baseados em URLs para endereços internos; suporte à criptografia via SSL; certificados digitais; módulos DSO (*Dynamic Shared Objects*) que permitem adicionar/remover funcionalidades e recursos sem necessidade de recompilação do programa (ALECRIM, 2006).

3.11 MySQL

Segundo Ramos et al (2007), o MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados que utiliza a linguagem SQL como interface criado em 1980, que segue a filosofia do código fonte livre. Dentre as suas características, citam-se a portabilidade, compatibilidade e módulos de interface para diversas linguagens de programação; excelente desempenho e estabilidade; pouca exigência de recursos de hardware, facilidade de uso e suporte a vários tipos de tabelas.

Para Moraz (2005), o MySQL é um gerenciador de banco de dados multiusuário que dá ao software a possibilidade de trabalhar em rede com diversos acessos simultâneos e multitarefa, característica que permite repartir a utilização do processador entre várias tarefas, simultaneamente, comportando um avançado sistema de segurança com criptografia de senhas.

3.12 Plataforma Android

O Android, conforme Pereira e Silva (2012), é uma plataforma para tecnologia móvel completa, envolvendo um pacote com programas para celulares, incluindo um sistema operacional, *middleware*, aplicativos e interface do usuário. Ele foi construído com a intenção de permitir aos desenvolvedores criar aplicações móveis que possam tirar total proveito do que um aparelho portátil pode oferecer. A plataforma Android foi desenvolvida com base no sistema operacional Linux e é composta por um conjunto de ferramentas que atua em todas as fases do desenvolvimento do projeto.

Segundo Lecheta (2015), o Android é o sistema operacional do Google e atualmente é líder mundial nesse segmento. Ele é uma plataforma móvel poderosa e flexível, de código aberto e que atende as necessidades de todos.

3.13 JSON (JavaScript *Object Notation*)

Segundo o padrão ECMA-404 (2013), a JSON (JavaScript *Object Notation* - Notação de Objetos JavaScript, em português) é uma formatação leve de troca de dados. Está baseado em um subconjunto da linguagem de programação JavaScript: Standard ECMA-262 3ª Edição - Dezembro - 1999.

A JSON tem um formato textual totalmente independente de linguagem, pois utiliza convenções que são facilmente encontradas nas linguagens C e familiares, como, por exemplo: C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, dentre outras. Tais características fazem com que a JSON seja um formato adequado para a troca de dados entre aplicações desenvolvidas em vários tipos de linguagens.

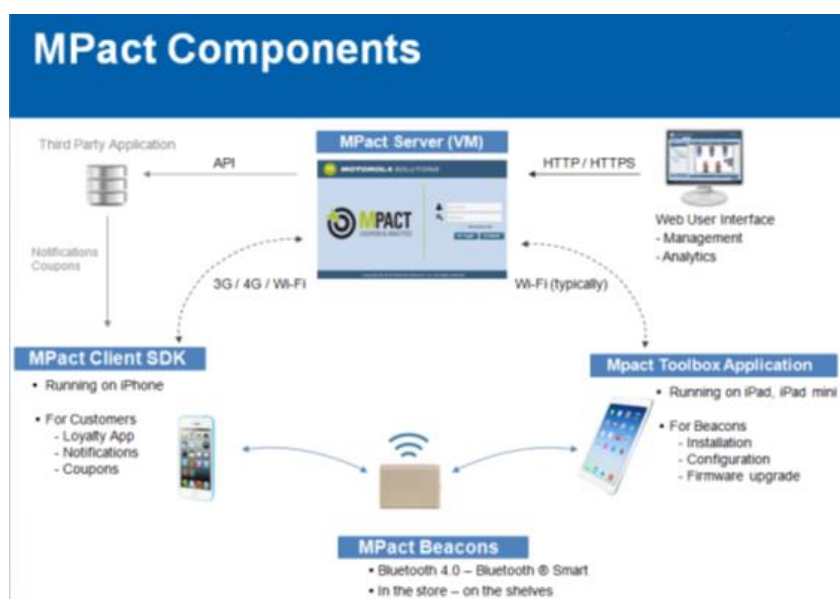
A JSON é subdividida em duas estruturas:

- Coleção de pares com um nome e um valor de uma variável. Nas linguagens de programação, a terminologia mais comum para isto é: *object*, *record*, *struct*, dicionário, *hash table*, *keyed list* ou *arrays* associativas.
- Lista ordenada de valores. Na maioria das linguagens, são caracterizadas em forma de estruturas de dados como: *array*, vetor, lista ou sequência. Estas são estruturas de dados universais. Virtualmente, todas as linguagens de programação modernas as suportam de uma forma ou de outra. É aceitável que um formato de troca de dados que seja independente de linguagem de programação se baseie nestas estruturas.

3.14 Plataforma Mpact Beacon

A Mpact é uma plataforma de localização interna para unificar *Wi-Fi* e *Bluetooth* com a tecnologia *Smart*, melhorando a precisão de localização, permitindo a conexão de diversos possíveis clientes, capturando mais análise e direcionamentos. O serviço é redefinido através de interações com os clientes por meio de um dispositivo que eles têm quase sempre à mão - seu *smartphone mobile*. Na Figura 2 é possível verificar os componentes que compõe a sua arquitetura (ZEBRA, 2015).

Figura 2 - Arquitetura da Plataforma MPact.



Fonte: ZEBRA, 2015

3.14.1 Componentes da Arquitetura

MPact Beacons (TAGs): Sensores inteligentes de proximidade via *Bluetooth 4.0*, funcionamento em 3 modos: *Battery Safe*, *MPact* e *iBeacon*. Cada um dos modos oferece características e parâmetros específicos para cada tipo de aplicação.

Modos de Operação:

Battery Save: Neste modo, o identificador único e *mac address* do *tag* são transmitidos. Segundo a Zebra (2015), a vida da bateria duplica quando este modo estiver em uso. Entretanto, o usuário deve iniciar o app do *device* ao entrar no local, a fim de determinar a localização.

MPact: Este é híbrido entre dois modos **Battery Save** e **iBeacon**. Fornece informações de nível de bateria e possui três atributos padrão que são utilizados para identificar a localização.

iBeacon mode: A especificação Apple® iBeacon tem três atributos padrões que são utilizados para identificar a localização da baliza e desencadeamento de uma ação, mas não fornece o estado da bateria.

Tipos de Aplicações

Presença: Detecta a presença do cliente por proximidade e provoca uma ação por gatilho. Exemplo: é possível enviar um dado de registro para um *webserver* registrando a presença do cliente.

Zona: Pode identificar a presença de um cliente em uma zona determinada sem a precisão exata de localização.

Posição: Determina a posição do cliente dentro de uma área previamente mapeada, oferecendo coordenadas estilo GPS, com precisão de, aproximadamente, 5 a 10 metros do sensor.

Informações de Bateria e Hardware das Tags:

Battery Life

Battery Save Mode: ~2 anos @ 600ms

iBeacon Mode: ~1 ano @ 600ms

MPact Mode: ~1 ano @ 600ms

MPACT TAG HARDWARE:

Wireless Bluetooth 4.0 (Bluetooth Smart)

Modes Battery Save, iBeacon, MPact

Transmit Power Configurable, ranges from 0 dBm to -23 dBm

Beacon Channel Configurable

Beacon Interval Configurable

MPact Server: *Mpact Server* fornece uma interface para instalar e manter *beacons* MPact durante todo o local de implantação. O software de servidor utiliza uma infraestrutura de análise e *API locationing* oferecendo análises detalhadas sobre as leituras dos *beacons*. Pode-se também mapear o ambiente e ter identificado cada *beacon* sobre este mapa, dentre outras diversas aplicações como estatísticas e estados das *tags*.

Toolbox Aplicação: O *Mpact Toolbox* é uma aplicação para iOS projetado para implantação de fácil gestão para os *beacons* dentro de uma área de varejo para fazer a varredura do código de barras de cada baliza durante a implantação e o gerenciamento dos mesmos posteriormente.

O Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) permite o impactante envolvimento do cliente para smartphones iOS e Android com fácil integração nos aplicativos de fidelidade. O kit de desenvolvimento viabiliza *iBeacons* para iOS e Android similares, para que os clientes possam receber notificações personalizadas em seus dispositivos após ativarem o recebimento, por meio do aplicativo de fidelidade.

MPact Client SDK: O SDK inclui aplicativos de demonstração, documentação e uma biblioteca de clientes que permitem estabelecer comunicações entre a sinalização *MPact*, o smartphone baseado no iOS ou Android™ do cliente ou outro dispositivo móvel habilitado para *Bluetooth Smart*, seu aplicativo de fidelidade e o servidor de localização e análise *MPact* (ZEBRA, 2015).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tecnologias e recursos utilizados

Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessária a utilização das tecnologias que dão suporte ao desenvolvimento de aplicações móveis. Dentre elas estão: Plataforma Android; Linguagem de Programação Java com a utilização das bibliotecas específicas para Android; Linguagem de Programação PHP, utilizada pelo servidor para a recepção e processamento de pacotes submetidos via protocolo de comunicação na Internet; *Apache Web Server*, software caracterizado como servidor HTTP que realiza o gerenciamento do servidor responsável por processar e responder as requisições via HTTP.

Para o armazenamento dos dados foi utilizado o Sistema Gerenciador de Banco de dados MySQL. No ambiente de desenvolvimento de software utilizou-se a IDE (*Integrated Development Environment*) *Android Studio* da empresa Google Inc. Para a interconexão sem fio entre os dispositivos físicos foi utilizada a tecnologia *Bluetooth LE 4.0*. Os dispositivos físicos utilizados foram um dispositivo móvel smartphone da marca Motorola e modelo Moto G e um sensor de proximidade sem fio (mídia locativa) modelo *MPact Beacon* BLE fornecido pelo Laboratório de Informática Aplicada (LTIA) da UNESP campus de Bauru - SP.

4.2 Descrição da Prova de Conceitos (PoC)

O presente projeto apresenta como produto final uma aplicação de software caracterizada como PoC. Esta aplicação visa explorar a aplicabilidade dos conceitos fundamentados na Internet das Coisas. São muito vastas as possibilidades de aplicações dentro deste contexto, mas todas estão direta ou indiretamente ligadas à obtenção de dados de ambientes físicos de forma autônoma e, posteriormente, ao seu compartilhamento através da Internet.

4.3 Aplicação de Software

O desenvolvimento da aplicação tem como base os fundamentos dos conceitos da teoria da Internet das Coisas. Nesta ocasião foi proposta uma aplicação que tem por objetivo a extração de dados de ambientes físicos de forma autônoma.

Além desta, a aplicação visa o compartilhamento de dados através da Internet. Para que isso seja possível foi proposto uma mídia facilitadora para interagir com pessoas visitantes de ambientes físicos. Tal processo foi possível por meio de um dispositivo móvel que permite a captura de dados do ambiente através da interconexão com um sensor de proximidade sem fio (*beacon*). Ao detectar a presença do *beacon*, o dispositivo móvel por meio de uma aplicação móvel, consegue obter um código alfanumérico transmitido via rádio frequência com a tecnologia *Bluetooth 4.0 LE*.

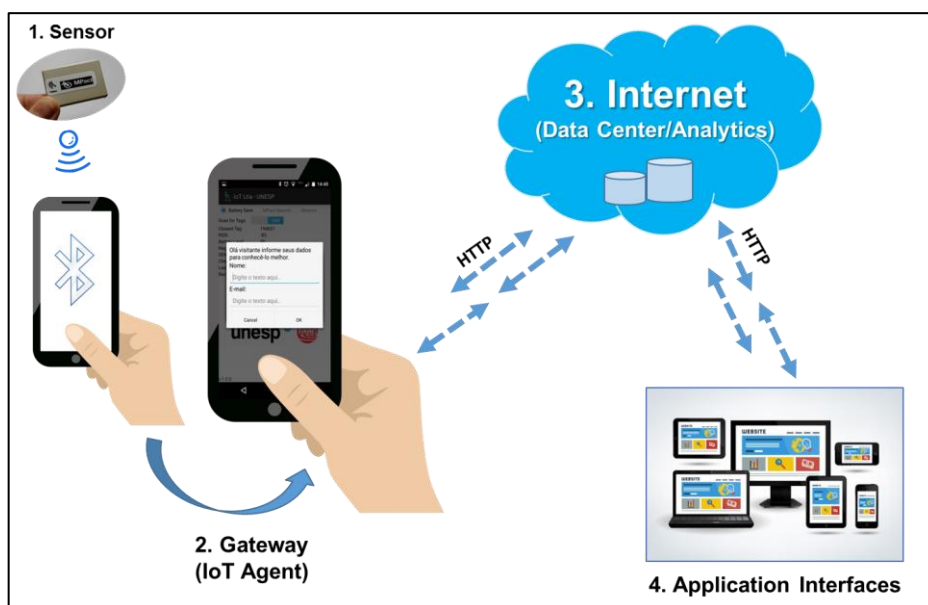
Após obter tal código, o dispositivo móvel o transmite para um banco de dados hospedado na Internet e, logo em seguida, realiza uma consulta neste mesmo banco de dados verificando a identidade do visitante e, deste modo, identifica a sua presença no ambiente em questão. A identificação do visitante é possível graças à um código interno presente no dispositivo móvel que o distingue de todos os outros existentes, o código *IMEI (International Mobile Equipment Identity)*, que deve ser identificado previamente e vinculado ao visitante em seu primeiro contato com o ambiente e após isso será efetuado o cadastro no banco de dados.

Além de identificar a presença do dispositivo do visitante e registrá-la, é possível também oferecer ao visitante uma mensagem de saudação ou de orientação sobre algo, por exemplo, notificá-lo sobre alguma data importante, evento ou qualquer outra instrução por mensagens, de forma autônoma, sem a interação direta dos interessados e de acordo com o perfil do visitante.

Em síntese, a aplicação identificará e registrará a presença de pessoas no ambiente físico e também emitirá avisos por mensagens no mesmo instante da identificação, quando necessário. Como os dados registrados estarão disponíveis na Internet, é possível disponibilizá-los para o consumo de outras aplicações e dispositivos.

Na figura 3 é possível verificar o processo de funcionamento do protótipo, bem como a arquitetura dos dispositivos utilizados.

Figura 3 - Arquitetura do Protótipo



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2017

4.4 Metodologia utilizada

Devido à grande diversidade de aplicações dos conceitos propostos na Internet das Coisas, na qual “coisas” inteligentes capturam dados de ambientes físicos de forma autônoma e os compartilham por meio da Internet, com base em tais possibilidades, a metodologia para o desenvolvimento deste trabalho foi apoiada na elaboração de uma pesquisa experimental alinhada ao processo e desenvolvimento de software. Por meio do desenvolvimento de uma aplicação de software para sistemas móveis, caracteriza-se como uma PoC da interconexão entre sensores de proximidade sem fio e dispositivos móveis, visando explorar o seu potencial de comunicação com a Internet. Com isso, enfatizamos as possibilidades de uso da aplicação no universo da Internet das Coisas. Para tanto, tal proposta procurou sistematizar o processo de estudo, exploração e desenvolvimento da aplicação de software aqui posposta, bem como a sua exposição a um cenário real de utilização.

As etapas necessárias para o desenvolvimento da aplicação foram constituídas nos seguintes passos:

- 1- Pesquisa exploratória e bibliográfica sobre o tema da pesquisa;
- 2- Construção do referencial teórico e exploração sobre aplicações similares já desenvolvidas;
- 3- Definição do objeto e problema de pesquisa;
- 4- Levantamento de requisitos a fim de determinar as funcionalidades inerentes à aplicação de software;
- 5- Exploração sobre a arquitetura de hardware e software utilizadas no experimento, bem como as ferramentas de apoio como frameworks e IDEs;
- 6- Instalação e configuração do ambiente de desenvolvimento de software e de hardware;
- 7- Elaboração do projeto de software;
- 8- Implementação/codificação da aplicação de software;
- 9- Testes da aplicação de software e do hardware utilizado.

4.4.1 Etapas do processo de pesquisa e desenvolvimento

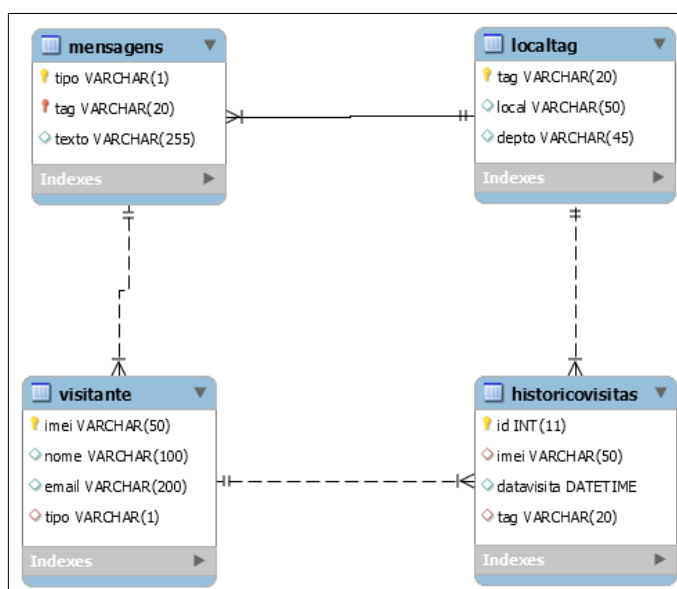
- 1- **Pesquisa exploratória e bibliográfica sobre o tema da pesquisa:** Nesta etapa buscou-se a exploração sobre o tema geral de pesquisa: Internet das Coisas. Por meio da leitura de livros, revistas, artigos, trabalhos publicados em eventos, sites de conteúdo e outros, foi realizada uma exploração sobre o conteúdo relacionado ao tema. Com isso, pôde-se criar um melhor embasamento teórico e auxiliar na escolha dos elementos a serem pesquisados.
- 2- **Construção do referencial teórico e exploração sobre aplicações similares já desenvolvidas:** Após a pesquisa exploratória bibliográfica foram definidos os principais autores sobre o tema. Nesta etapa foi possível direcionar as leituras para um grupo de autores já definidos. Por meio da elaboração de resenhas e resumos, realizou-se um aprofundamento e melhor explanação sobre as obras escolhidas. Também foi possível explorar as aplicações de

software criadas sob o propósito de pesquisa voltada ao tema da Internet das Coisas.

- 3- Definição do objeto e problema de pesquisa:** Com o levantamento bibliográfico e escolha dos autores a serem estudados, foi possível, dentro do tema geral de pesquisa, a delimitação do objeto a ser pesquisado e, conseqüentemente, quais os problemas que a pesquisa busca abordar.
- 4- Levantamento de requisitos afim de determinar as funcionalidades inerentes a aplicação de software:** Definidos o objeto e problema de pesquisa, foi possível a realização do processo de levantamento de requisitos funcionais e não-funcionais para determinar quais serão as funcionalidades que serão executadas pela aplicação de software. Dentro da Engenharia de Software, tal processo é fase de extrema importância para o desenvolvimento de qualquer tipo de software e é base para a escolha e definição das ferramentas a serem utilizadas no âmbito de software e hardware para o correto desenvolvimento da aplicação e destinação adequada dos recursos empregados.
- 5- Exploração sobre a arquitetura de hardware e software utilizadas no experimento:** A definição da arquitetura de software e hardware a serem utilizados no desenvolvimento de um software é um processo de suma importância, pois define quais tecnologias serão empregadas e quais os conhecimentos técnicos serão necessários para o seu desenvolvimento. Nesta etapa também são definidos os recursos de apoio ao desenvolvimento, como os *frameworks* e IDE. Outro fator de extrema importância são os recursos de hardware necessários para a implementação da solução, bem como a exploração sobre recursos tecnológicos adicionais não identificados em outras etapas.

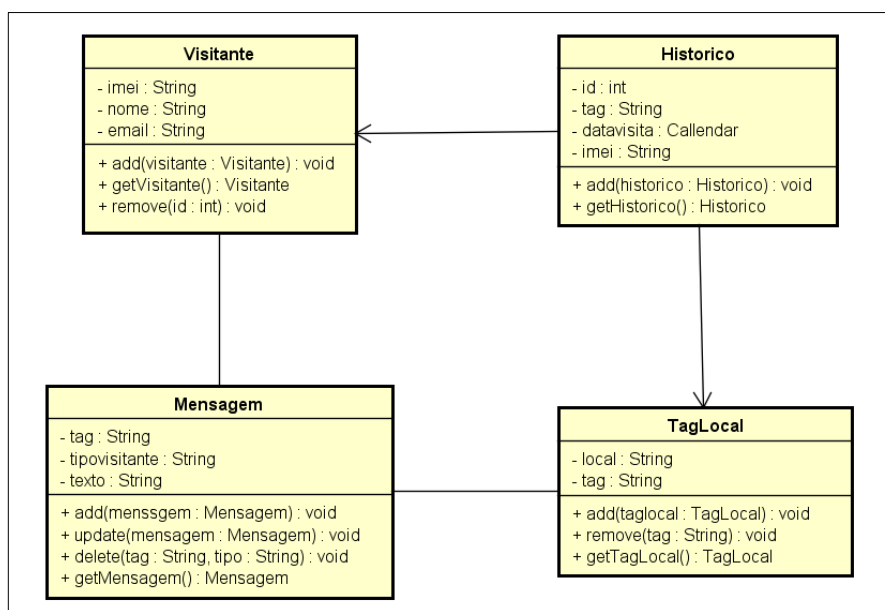
- 6- Instalação e configuração do ambiente de desenvolvimento de software e de hardware:** Para que seja possível o desenvolvimento da aplicação de software, após a correta definição da arquitetura a ser utilizada, é necessário a configuração do ambiente de desenvolvimento, como a IDE, compilador, emuladores e *frameworks*. Além do ambiente de desenvolvimento, é necessária a configuração do hardware a ser utilizado.
- 7- Elaboração do projeto de software:** A elaboração do projeto de software é uma etapa essencial para o correto desenvolvimento do produto final do software. Nele pode ser definido o domínio da aplicação, a estrutura dos dados, bem como as iterações necessárias para o fluxo de funcionamento. Existem inúmeros padrões e metodologias. Neste projeto foi abordado o modelo de programação orientada a objetos, com isso foi utilizado o diagrama de classes de domínio, para representar a estrutura dos dados foi utilizado o DER (Diagrama de Relacionamento e Entidade). Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os diagramas de projeto de banco de dados e classes de domínio para uma melhor visualização e compreensão sobre o projeto de software.

Figura 4 – DER (Diagrama de Entidade e Relacionamento)



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2017

Figura 5 – Diagrama de Classes de Domínio



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2017

- 8- Implementação/codificação da aplicação de software:** Uma das fases mais críticas do processo de criação do software é a sua codificação. Após escolhida a tecnologia a ser utilizada, é necessário um estudo sobre as melhores abordagens e técnicas. É um processo longo que envolve o uso de uma IDE e de recursos auxiliares para o desenvolvimento. Tais recursos podem variar de uma simples técnica de otimização de códigos até *frameworks* com bibliotecas avançadas que agilizam todo o processo de codificação.
- 9- Testes da aplicação de software e do hardware utilizado:** A fase de testes é tão importante quanto a de codificação: ambas as fases transcorrem concomitantemente, pois o ato da codificação envolve uma série de testes consecutivos. Existem os testes mais superficiais de primeiro nível, nos quais o programador verifica os erros mais superficiais em tempo de compilação e os mais simples em tempo de execução. Para uma verificação mais consistente existem técnicas de testes unitários, nos quais o desenvolvedor pode criar cenários planejados de execução onde o teste visa a verificação dos dados resultantes confrontando-os com situações já previamente formatadas.

5 RESULTADOS OBTIDOS

Através do presente estudo foi desenvolvido uma aplicação de software em forma de protótipo. Através deste foi possível verificar que as tecnologias fundamentadas e apoiadas nos conceitos propostos pela Internet das Coisas podem ser viáveis, mas ainda requerem inúmeros avanços na Internet, os quais são necessários devido ao grande potencial que a IoT apresenta, assim como os riscos que a mesma pode expor os seus utilizadores. A extração de dados autônoma e o vasto compartilhamento podem ser promissores, mas ao mesmo tempo delicado. Acima de tudo, a Internet necessita de mais infraestrutura, segurança e a criação de novos dispositivos capazes de suportar tecnologicamente as possibilidades dos conceitos da IoT. O protótipo desenvolvido foi apresentado e testado na X Jornada Científica da FIB, em 2015.

A Jornada Científica FIB, tem por objetivo a divulgação e o estímulo na realização de pesquisas científicas de graduandos, pós-graduandos e profissionais das áreas de Ciências da Saúde, Sociais Aplicadas, Agrárias, Engenharia e demais áreas de conhecimento. E ainda, a atualização, reciclagem e maior aquisição de conhecimento. O Público-Alvo do evento é compreendido por: Estudantes de graduação, pós-graduação e profissionais que desenvolvem pesquisa nas áreas contempladas pela Jornada. Já foram realizadas 11 edições do evento com diversos trabalhos acadêmicos publicados em diversas áreas. (Nascimento, 2017).

Na décima edição deste evento, o trabalho foi exposto e, além disso, testes de funcionamento e utilização dos dispositivos físicos por meio dos recursos disponíveis: como o painel com o QRCode para acesso ao link e acionamento do download do aplicativo, o *MPact Beacon BLE* utilizado como dispositivo de proximidade, bem como um smartphone necessário para acionamento do aplicativo e acesso à Internet para submissão e manipulação dos dados.

Estes testes proporcionaram uma experiência muito interessante onde foi possível identificar as peculiaridades do protótipo. Alguns problemas foram identificados, como, por exemplo, a dependência constante de uma conexão com a Internet, pois no ambiente não era oferecida uma rede wi-fi pública, e com isso, foi necessário a utilização da conexão 3G/4G dos dispositivos para o acesso à Internet. O evento foi realizado em um ginásio fechado e o local era um tanto quanto distante, o sinal das operadoras de telefonia eram instáveis e dificultavam o download da

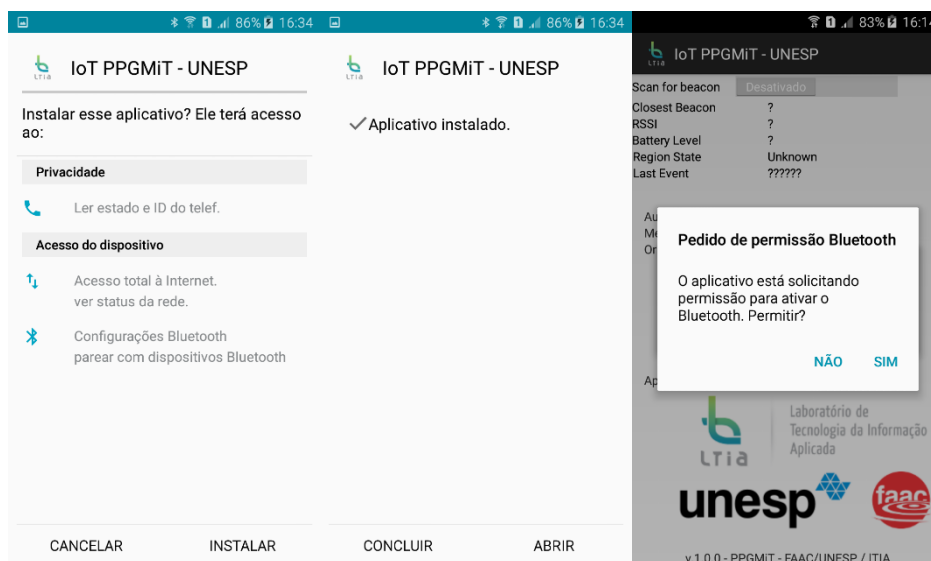
aplicação e submissão dos dados. Outro fator que dificultou a realização dos testes foi a resistência dos visitantes a instalar um aplicativo de uma fonte desconhecida, isto é, não disponível na loja de aplicativos do Google a *PlayStore*, sendo necessário desativar um recurso de segurança dos dispositivos que impedem este tipo de instalação. Os usuários com menos conhecimento técnico sentiram-se inseguros e resistiram a participar da pesquisa. Mas por tratar-se de um protótipo tais situações já eram esperadas devido a situação e dinâmica do evento. Os resultados dos testes foram positivos, apesar dos estraves a aplicação demonstrou-se viável diante da proposta da IoT e mesmo com recursos limitados foi possível ser aplicada efetivamente sob a ótica de um protótipo.

Nas imagens expostas entre as Figuras 7 e 12 serão visualizadas as capturas de tela do protótipo desenvolvido, os dispositivos utilizados e um painel do trabalho apresentado no evento.

5.1 Imagens do protótipo (App móvel)

A figura 7 retrata as etapas de instalação do aplicativo onde são expostas as permissões necessárias para a utilização do dispositivo, apresentando ao usuário o que é necessário a liberação para a devida utilização do app.

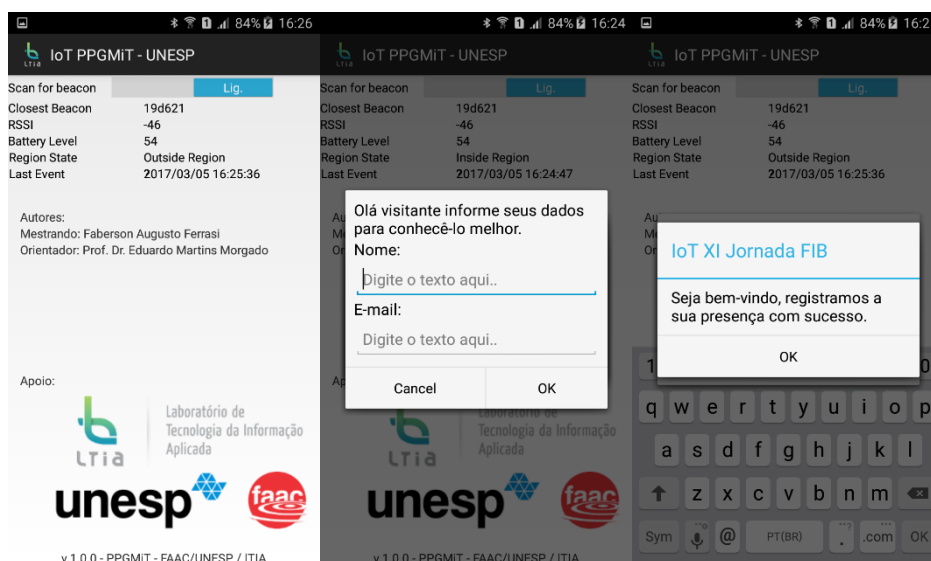
Figura 7 – Capturas de tela: Instalação da aplicação



Fonte: Fornecido pelo autor, 2017

Na Figura 8 é demonstrado a tela inicial da aplicação e em seguida as telas que solicitam os dados do utilizador, bem como a saudação inicial após o registro dos dados coletados.

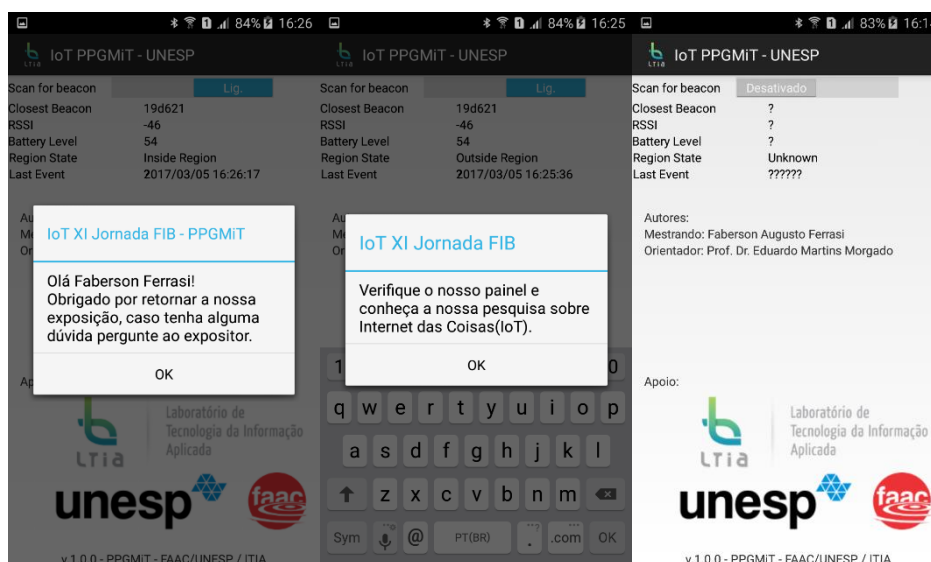
Figura 8 – Capturas de tela: Interação inicial



Fonte: Fornecido pelo autor, 2017

Na figura 9 são apresentadas as telas de operação do aplicativo, após a obtenção de dados do usuário, onde é acionada uma verificação em banco de dados e caso seja verificado o cadastro prévio do usuário é acionada uma mensagem de notificação.

Figura 9 – Capturas de tela: Registro de presença



Fonte: Fornecido pelo autor, 2017

5.2 Dispositivos utilizados

Na figura 10 é possível visualizar o sensor de proximidade sem fio *MPact Beacon BLE*. O sensor foi utilizado no projeto como mídia locativa para interconexão com o dispositivo móvel.

Figura 10 - Sensor *MPact Beacon BLE*



Fonte: Fornecido pelo autor, 2017

A figura 11 apresenta um dispositivo móvel smartphone utilizado no projeto como *gateway* que realiza a interconexão com o *beacon*.

Figura 11 – Smartphone/Dispositivo móvel



Fonte: Fornecido pelo autor, 2017

5.3 Apresentação do protótipo em evento

A figura 12 representa o painel que foi exposto na X Jornada Científica da FIB. O painel apresenta os dados da pesquisa realizada sobre a exploração da interconexão entre os dispositivos móveis e os *beacons*.

Figura 12 – Painel apresentado na X Jornada Científica FIB



6 OUTROS RESULTADOS ALCANÇADOS

6.1 Publicações técnico-científicas

6.1.1 Resumos expandidos publicados em anais de eventos

ANDRADE C. R; FERRASI, F. A; MORGADO, E. M. **Inclusão digital na terceira idade.** In: Congresso Semana da Educação Municipal de Bauru 2016, p. 102, 2016, Bauru. Anais do Congresso Semana da Educação Municipal de Bauru, 2016.

ANDRADE C. R; FERRASI, F. A; MORGADO, E. M. **O audiovisual como ferramenta de aprendizagem: ensino das disciplinas de exatas usando conceitos de edutretenimento.** 6º Congresso Brasileiro de Tecnologia Educacional da ABT, 2016. (c/ aceite de publicação não publicado até a data da defesa)

CAMARGO, S. B.; GALLO JUNIOR, J. A.; FERRASI, F. A.; MORGADO, E. M. **Jogos digitais na Educação: um estudo de caso.** In: X Jornada Científica, 2015, Bauru. Anais da X Jornada Científica, 2015.

CAMPANA R. A.; FERRASI, F. A.; CAMPANA S. B. C.; MORGADO, E. M.; GOBBI M. C. **Uso da tecnologia assistiva digital em dispositivos móveis para inclusão educacional de pessoas com deficiência visual.** In: XI Jornada Científica, 2016, FIB, Bauru. Anais da XI Jornada Científica, 2016.

CAMPANA S. B. C.; CAMPANA R. A.; FERRASI, F. A.; GOBBI M. C.; MORGADO, E. M. **O jogo e a educação de alto rendimento.** In: XI Jornada Científica, 2016, FIB, Bauru. Anais da XI Jornada Científica, 2016.

FERRASI, F. A; ANDRADE C. R; MORGADO, E. M. **Explorando objetos de aprendizagem digitais com o uso das tecnologias móveis.** In: Congresso Semana da Educação Municipal de Bauru, p. 97, 2016, Bauru. Anais do Congresso Semana da Educação Municipal de Bauru, 2016.

FERRASI, F. A.; CAMARGO, S. B.; GALLO JUNIOR, J. A.; MORGADO, E. M. **Internet das Coisas: um estudo exploratório sobre a interconexão entre os dispositivos móveis e os beacons.** In: X Jornada Científica da FIB, 2015, Bauru. Anais da X Jornada Científica, 2015.

FERRASI, F. A; CAMARGO, S. B; MORGADO, E. M. **Internet das Coisas: as tecnologias móveis à serviço da educação.** In: Congresso Semana da Educação Municipal de Bauru, p. 233, 2015, Bauru. Anais do Congresso Semana da Educação Municipal de Bauru, 2015.

FERRASI, F. A.; CAMPANA R. A.; CAMPANA S. B. C.; GOBBI M. C.; MORGADO, E. M. **O uso de mídias locativas no universo da Internet das Coisas.** In: XI Jornada Científica, 2016, FIB, Bauru.

FERRASI, F. A.; MORGADO, E. M. **Internet das Coisas: construindo uma Prova de Conceitos sobre a utilização de mídias locativas nas tecnologias móveis.** In: XVIII Jornada Multidisciplinar: Imagem, Pensamento e Cultura, FAAC/UNESP, 2016.

GALLO JUNIOR, J. A.; CAMARGO, S. B.; FERRASI, F. A.; MORGADO, E. M. **Proposta de análise e projeto de um ambiente virtual para aplicação da narrativa transmídia na Educação em nível médio.** In: X Jornada Científica da FIB, 2015, Bauru. Anais da X Jornada Científica, 2015.

TORRES, T. C.; FERRASI, F. A.; ALBINO J. P.; MORGADO, E. M. **Edutenimento: uma abordagem voltada a conscientização política e cidadã para o público jovem.** In: XVIII Jornada Multidisciplinar: Imagem, Pensamento e Cultura, FAAC/UNESP, 2016.

6.1.2 Artigos publicados em anais de congressos

FERRASI, F. A.; ANDRADE C. R.; MORGADO, E. M. **Possíveis aplicações para Internet das Coisas à educação.** 6º Congresso Brasileiro de Tecnologia Educacional da ABT, 2016. (c/ aceite de publicação não publicado até a data da defesa)

FERRASI, F. A.; GALVANI A.; ANDRADE C. R.; MORGADO, E. M. **Captação de dados autônoma no universo da internet das coisas.** 3º Encontro Internacional de Dados, Tecnologia e Informação, 2016.

FERRASI, F. A.; GALVANI A.; ANDRADE C. R.; MORGADO, E. M. **Internet das Coisas: uma possibilidade de aplicação das tecnologias móveis na Educação.** 21º Seminário de Educação, Tecnologia e Sociedade, v. 5, n. 1, 2016.

6.1.3 Artigo publicado em periódico:

FERRASI, F.; MORGADO, E. M. **Internet das Coisas: captação autônoma de dados com o uso das tecnologias móveis.** Revista Multiplicidade FIB, ISSN 2179-8753, v. 6, n. 7, 2016.

6.1.4 Produção Tecnológica

Título: PLATAFORMA MPACT CONFIGURAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

Tipo: Relatório Técnico

Carga Horária: 50 horas

Local: LTIA/UNESP campus de Bauru-SP

Descrição: O relatório técnico apresenta a arquitetura da plataforma *Mpact* de *mobile* marketing. Detalha os elementos presentes na mesma e descreve as configurações necessárias para a sua implementação. Para a verificação dos itens presentes no relatório foi desenvolvido um protótipo na plataforma Android com o uso do SDK *Mpact* para a plataforma Java.

Título: PLATAFORMA MPACT CONFIGURAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

Tipo: Protótipo de Software

Carga Horária: 20 horas

Local: LTIA/UNESP campus de Bauru-SP

Descrição: O protótipo de software foi desenvolvido a critério de estudo sobre a operacionalização da plataforma *Mpact* de *mobile* marketing. Sua função foi a operacionalização dos elementos presentes na mesma evidenciando as configurações necessárias para a sua devida operação. Para o suporte tecnológico deste protótipo foi necessário o uso da plataforma Android bem como o SDK *Mpact* para a plataforma Java.

7 PARCERIA INSTITUCIONAL

O pesquisador obteve o apoio dos recursos do Laboratório de Informática Aplicada (LTIA) da UNESP campus de Bauru - SP, como dispositivos de hardware, infraestrutura física para estudo e reuniões e outros. Tais recursos foram de suma importância para a realização da pesquisa.

8 IMPACTOS

Os impactos obtidos por este projeto baseiam-se na discussão e promoção do conhecimento sobre o tema da Internet das Coisas. As apresentações realizadas em eventos científicos bem como em ambientes paralelos de estudo, resulta na propagação sobre o conceito e fomento de ideias que possam contribuir para difusão e viabilização da implementação das tecnologias abordadas nesta pesquisa e as que coexistem em paralelo a elas. Nos itens a seguir serão relacionados outros possíveis impactos deste trabalho de uma forma mais direcionada.

8.1 Impacto Científico

O conteúdo deste trabalho busca contribuir de forma científica trazendo como base uma pesquisa exploratória sobre o conceito da Internet das Coisas em seu estado atual. Tal conceito se apresenta como algo muito recente e ainda com possibilidades limitadas de aplicação, com isso, as contribuições aqui relacionadas servem como base inicial de conhecimento para pesquisas correlatas.

8.2 Impacto Tecnológico

Por meio da abordagem do cenário tecnológico proposto pela Internet das Coisas este projeto sugere uma das inúmeras possíveis arquiteturas de software e hardware e fomenta a discussão sobre a aplicabilidade das mídias locativas alinhadas à interconexão dos dispositivos móveis à Internet, sendo esta uma das abordagens mais adotadas pelos projetos existentes para o cenário da IoT.

8.3 Impacto Econômico

O tema abordado nesta pesquisa oferece inúmeras possibilidades de facilitar o cotidiano das pessoas com o uso de tecnologias de informação e comunicação. O primeiro impacto são as tecnologias exploradas, as quais não requerem nenhum tipo de licenciamento e compra de credenciais para o desenvolvimento e publicação do produto final, facilitando e encurtando o tempo de desenvolvimento do projeto e testes. Outro aspecto é que muitas dessas tecnologias podem ser direcionadas para obtenção de economia de diversas formas, desde economia financeira com a otimização de tempo e recursos, como a facilitação e organização do acesso a informações. Foco central da abordagem da IoT.

8.4 Impacto Mercadológico

O mercado de tecnologia da informação sofre, nos dias atuais, uma convergência de evolução. Muitas dessas mudanças ocorrem nos recursos que estão sendo projetados sob o uso da Internet como plataforma de telecomunicação. Estima-se que em pouco tempo serão apresentadas diversas inovações na obtenção e propagação de informações. Grandes corporações já investem muitos recursos financeiros para o fomento de pesquisas e aceleração dessas inovações. A Internet das Coisas é uma área onde estão investindo grande parte desses recursos: estima-se que na próxima década, segundo um levantamento apresentado por John Chambers (2014), CEO da Cisco, serão mais de \$19 trilhões de dólares de recursos movimentados.

8.5 Impacto Ambiental

Uma das principais discussões que o tema abordado no projeto fomenta é a sustentabilidade e otimização de recursos com a propagação autônoma de informações. A Internet das Coisas poderá contribuir para o uso sustentável de inúmeros recursos ambientais, como, por exemplo, a energia elétrica, desperdício de água, uso indiscriminado de papel, dentre outros. As possibilidades são expressivas e podem contribuir muito para uma revolução na diminuição dos impactos ambientais gerados pelo Homem em nosso planeta.

9 DIFICULDADES

As dificuldades encontradas neste trabalho foram várias e em etapas diferentes, como, por exemplo, material teórico de referência, acesso a recursos de hardware, escolha das tecnologias envolvidas, limitações técnicas dos dispositivos e outras. Para melhor relacioná-las, as dificuldades serão reunidas em escopos diferentes nos itens a seguir.

9.1 Dificuldades na pesquisa bibliográfica

Ao elaborar a pesquisa bibliográfica sobre o tema da Internet das Coisas verificou-se uma certa escassez de livros. Por ser um tema muito recente, existe pouca literatura sobre o tema. Para isso, foi necessária a pesquisa em artigos em periódicos e congressos e a complementação com livros que tomam como base o tema geral da Internet e tecnologias móveis.

9.2 Dificuldades no acesso a recursos de hardware

Os recursos de hardware foram necessários para direcionar o foco da pesquisa e possibilitar os recursos necessários para o desenvolvimento da aplicação de software. As dificuldades encontradas foram no acesso aos recursos de hardware, pois na época da escolha do tema não tinham muitas opções de dispositivos, somente algumas poucas opções e, estas, importadas. O dispositivo escolhido, o *MPact Beacon*, foi conseguido pelo resultado de uma parceria entre o Prof. Adj. Eduardo Martins Morgado, coordenador do LTIA e orientador deste trabalho e a empresa

Zebra, em forma de colaboração mútua. Atualmente, já existem outras opções de dispositivos similares e com um acesso facilitado, mas na época (maio de 2015) eram muito mais difíceis consegui-los.

9.3 Dificuldades na escolha das tecnologias

A escolha das tecnologias a serem utilizadas no projeto foi uma das tarefas mais difíceis, seja pela diversidade de opções, pelo valor que deveria ser desembolsado ou pela complexidade envolvida. Esses fatores viabilizam ou não a pesquisa. Neste caso, como o dispositivo escolhido é compatível com uma plataforma *open source*, na qual não existe a necessidade de licenciamento, optamos por adotá-la. Desta forma, adotou-se a plataforma móvel Android e, conseqüentemente, a plataforma de desenvolvimento Java. Não foram as mais simples, mas as mais viáveis para uma pesquisa exploratória com possibilidades reais de testes, viabilizando um melhor resultado sem custos e de desenvolvimento imediato.

9.4 Dificuldades com limitações técnicas do dispositivo *beacon*

O dispositivo escolhido para o desenvolvimento da pesquisa é caracterizado como uma mídia locativa de transmissão de dados por rádio frequência. A tecnologia que proporciona a transmissão de dados é a *Bluetooth 4.0 LE*. Esta tecnologia tem suas limitações, como, por exemplo, a exposição a barreiras físicas e intensidade do sinal que é transmitido. Com os testes realizados no dispositivo *MPact Beacon* da marca Zebra, foram demonstradas variações na captura de seu sinal, de acordo com vários fatores. A posição do *beacon* deve ser a indicada pelo fabricante, com a sua área de transmissão voltada para frente de onde será recebido o sinal; ele deve ficar parado sem variações de altura e movimento.

Como já citado anteriormente, não podem existir barreiras físicas de grandes proporções (parede, por exemplo) entre o emissor (*beacon*) e o receptor (dispositivo móvel). O dispositivo foi desenvolvido para ser utilizado *indoor* (loais internos), pois não possui resistência a altas temperaturas (exposição ao sol) ou à umidade (exposição à chuva ou a líquidos). Tais características limitam bastante o campo de atuação da tecnologia. As medições atingiram um grau satisfatório de captura de sinal, variando de acordo com a regulação de potência de emissão de

sinal do *beacon*, visto que quanto mais alta a potência, mais bateria será consumida. Os testes detectaram a captura de sinal desde a distância de poucos centímetros até, aproximadamente, 50 metros em lugares fechados sem a presença de barreiras. A partir de 50 metros podem ocorrer variações na recepção. Com isso, o dispositivo escolhido apresenta diversas características que definem o seu escopo de uso e que devem ser respeitados para que se consiga atingir o seu pleno uso.

9.5 Dificuldades durante os testes de uso da aplicação móvel

A aplicação móvel foi desenvolvida especificamente para a plataforma Android (de preferência até a versão 5.1). Tal escolha limita a operacionalização somente em dispositivos que atendam tais características, como já discutido antes, a facilidade no desenvolvimento e ausência de custos viabilizaram o protótipo em um espaço tempo menor. Além da limitação de plataforma existe também a dependência da interconexão com a Internet para o seu devido funcionamento. Para que o dispositivo móvel possa iniciar a detecção do *beacon* via *Bluetooth* é necessário que o usuário autorize e inicie a ação de detecção, caso contrário não é possível a execução do processo. O usuário deve realizar o download do aplicativo e instalá-lo e, logicamente, iniciar a execução quando estiver na presença do *beacon*.

Tais questões podem ser resolvidas em uma aplicação final para fins comerciais. Por se tratar de um protótipo, essas lacunas são conhecidas e apuradas em um ambiente controlado de utilização para fins de pesquisa.

10 COMENTÁRIOS GERAIS E PERSPECTIVAS

Apesar das certas limitações, a Internet das Coisas promove uma discussão ampla sobre a automatização da propagação de dados na Internet e o avanço constante dos recursos de hardware e de software, como nunca antes visto, das tecnologias da informação gera suporte a esta automatização. Grandes projeções estão previstas para os próximos anos. As empresas do segmento, em paralelo aos centros de pesquisa, estão criando formas de tornar possível a implementação dos conceitos da IoT: uma das maneiras é a criação de plataforma de hardware aberto, como, por exemplo, o Arduino e Raspberry Pi, hardwares que visam a criação de

minicomputadores de fácil e rápida utilização que atuam paralelamente com sensores de diversos tipos, como temperatura, som, humidade e etc.

O sensoriamento é uma das recursividades mais promissoras que traz a abordagem da IoT e suas perspectivas são impressionantes. O presente trabalho tem como recurso base um dos sensores disponíveis já em escala comercial, o *beacon*, nesta ocasião, foi desenvolvido um pequeno protótipo, que mesmo de um breve modo, demonstra o potencial de uso das plataformas já disponíveis para serem exploradas.

Os conceitos aqui apresentados servem como base de apoio inicial para pesquisas futuras sobre a aplicação da Internet das Coisas. O protótipo é um modelo de implementação que, conseqüentemente, deve ser aprimorado e atualizado, alinhando-se às tecnologias disponíveis da atualidade.

11 CONCLUSÕES

Os avanços sofridos nas tecnologias móveis na última década revolucionaram o dia-a-dia das pessoas. Um grande propulsor para tais avanços foi a interconexão entre os dispositivos móveis e a rede mundial de computadores.

A Internet das Coisas tem como foco central o aprimoramento desta interconexão e alinhamento com dispositivos ainda em fase de idealização e, principalmente, a obtenção autônoma e compartilhamento de dados através da Internet. As tecnologias utilizadas neste trabalho foram fundamentadas no cenário proposto pela Internet das Coisas. Os dispositivos físicos utilizados foram escolhidos com base no potencial de implementação, documentação e pelo total suporte à linguagem Java e plataforma Android.

As tecnologias de software adotadas foram escolhidas com base nas referências de mercado e pela abertura e ausência de licenciamentos prévios para, ao menos, iniciar o processo de desenvolvimento. A exemplo disso, a plataforma Java, hoje mantida pela empresa Oracle, é uma tecnologia de código aberto (*open source*) e multiplataforma (Sistema Operacional). Com todo o seu arcabouço tecnológico dá suporte a muitas frentes e coloca à disposição do desenvolvedor muitas opções de soluções, que partem de um ambiente *desktop*, *web*, *mobile* até o corporativo.

A plataforma Android, sendo um dos sistemas operacionais móveis mais utilizados no mundo, tem em sua base todo o suporte tecnológico de sua empresa criadora e mantenedora, Google Inc. Oferece suporte a uma quantidade gigantesca de dispositivos dos mais variados tipos e seguimentos, além de ter como base a linguagem Java. A tecnologia *Bluetooth LE* é uma das formas de comunicação sem fio mais presentes nos dispositivos móveis e torna-se muito prático o desenvolvimento da solução por ter um suporte amplo e muita referência.

A linguagem PHP, sendo uma das linguagens dinâmicas para web (*server-side*) mais conhecidas e utilizadas em todo o mundo. Por ser multiplataforma oferece uma compatibilidade com as mais diversas arquiteturas de servidores web. Uma clássica arquitetura incluindo o PHP é a utilização do *Apache Web Server* (HTTP Server) no ambiente de servidor, a qual, inclusive, foi adotada neste trabalho.

Para a transmissão de dados entre o cliente web (smartphone) e o web server foi utilizada a tecnologia JSON, sendo uma forma de integração entre sistemas mais conhecidas e convencionadas pela comunidade de desenvolvedores web e *mobile*. Com isso, o apanhado tecnológico procurou seguir os fundamentos propostos pela IoT dando suporte a várias plataformas e principalmente priorizando as tecnologias de código livre.

Este trabalho apresenta a Internet das Coisas como a mais recente e revolucionária fase de evolução da Internet. Assim como a Internet revolucionou a comunicação e a troca de informações ao conectar computadores em âmbito mundial, a Internet das Coisas também será ao auxiliar os seres humanos nas tarefas da vida cotidiana. Segundo Evans (2011), a IoT muitas vezes referida como Internet dos Objetos mudará tudo, inclusive nós mesmos. Isso pode parecer uma declaração arrojada, mas considerando o impacto que a Internet já teve na educação, na comunicação, nos negócios, na Ciência, no governo e na humanidade, claramente percebe-se que a Internet é uma das criações mais importantes e poderosas de toda a História humana.

Existem ainda muitos entraves para que a Internet das Coisas possa ser implementada em sua totalidade como, por exemplo, a ausência de infraestrutura de telecomunicações, padrão na comunicação entre os dispositivos (protocolos), hardware apropriado e, principalmente, segurança dos dados. Há também muitas lacunas éticas em decorrência da superexposição dos dados obtidos e sobre como

podem ser realmente utilizados, fatores estes que podem dificultar um processo de legalização e regulação sobre a sua forma de operação e implementação.

Mas mesmo com todas as possíveis adequações as projeções são muito positivas, estima-se que tais adequações aconteçam nos próximos anos, e seus impactos logo serão percebidos em todas as áreas e com possibilidades de aplicações ainda desconhecidas. Portanto, muitos autores a enfatizam como algo realmente revolucionário e como um caminho sem volta, com isso, explorar suas possibilidades pode ser uma das possíveis maneiras para que todo seu potencial de inovação venha à tona o quanto antes, podendo assim modificar de fato a nossa maneira de viver e realmente tornar as atividades da vida cotidiana muito mais eficientes.

REFERÊNCIAS

- ALECRIM, E. **Conhecendo o Servidor Apache (HTTP Server Project)**. Infowester, 2006. Disponível em: <<http://www.infowester.com/servapach.php>>. Acesso em: 24/07/2015.
- ALECRIM, E. **Tecnologia Bluetooth: o que é e como funciona?** Infowester, 2008. Disponível em: <<http://www.infowester.com/bluetooth.php>>. Acesso em: 24/07/2015.
- ALMEIDA, C. **Nós e os beacons**. Concrete solutions, 2014. Disponível em: <<http://concretesolutions.com.br/2014/07/nos-e-os-beacons/>>. Acesso em: 25/07/2015.
- ASHTON, K. That 'Internet of Things' Thing. **RFID Journal**, 2009.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010
- BROOKSHEAR, J. G. **Ciência da Computação: Uma Visão Abrangente**. 11ª ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013. 576 p.
- CASTELLS, M. **A Galáxia da Internet: Reflexões sobre a Internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003. 243 p.
- CASTELO B. K.; TEIXEIRA, M.; GURGEL, P. **Redes de Computadores: Da Teoria à prática com Netkit**. 1a ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2014. 360 p.
- COSTA, R. G. P. **Universo Java: Domine os principais recursos oferecidos por esta**. São Paulo: Universo dos Livros Editora, 2008. 272 p.
- ECMA-404. **The JSON Data Interchange Format**. 1ª ed. ECMA International, 2013. 14 p.
- EVANS, D. **A Internet das Coisas: Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. Cisco, 2011. 13 p. Disponível em: <http://www.cisco.com/web/BR/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf>. Acesso em: 20/05/2016
- FINEP. Kevin Ashton – entrevista exclusiva com o criador do termo “Internet das Coisas”. **Inovação em Pauta**, ed. 18, 2015.
- HORSTMANN, C. **Conceitos de computação com Java**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009. 719 p.
- LECHETA, R. R. **Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 4ª ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015. 1016 p.
- LEMONS, A. **A Comunicação das Coisas: teoria ator-rede e cibercultura**. São Paulo: Annablume, 2013. 310 p.

MILETTO, E. M.; BERTAGNOLLI, S. C. de. **Desenvolvimento de Software II: Introdução ao Desenvolvimento Web com HTML, CSS, JavaScript e PHP**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2014. 276 p.

MORAZ, E. **Treinamento Prático em PHP – Atualizado até a versão 5.05**. São Paulo: Digerati Books, 2005. 191 p.

NASCIMENTO, Carina, **XI Jornada Científica da FIB**, Disponível em: <http://www.fibbauru.br/site/conteudo/173-incio.html>, acesso em: 23/04/2017

PEREIRA, L. C. O.; SILVA, M. L. da. **Android para Desenvolvedores**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012. 240 p.

RAMOS, R.; SILVA, J. da; ÁLVARO, A.; AFONSO, R. **PHP para profissionais**. São Paulo: Digerati Books, 2007. 138 p.

REMOALDO, P. **O Guia Prático do Dreamweaver CS3 com PHP, JavaScript e Ajax**. 1ª ed. Portugal: Centro Atlântico, 2008. 676 p.

SAMPAIO, C. **Java Enterprise Desenvolvendo Aplicações Corporativas**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2011. 276 p.

SCHACH, S. R. **Engenharia de Software: Os Paradigmas Clássico e Orientado a Objetos**. 7ª ed. AMGH Editora, 2009. 638 p.

TEIXEIRA, F. **Arquitetura de informação**. UX. 2014. Disponível em: <http://arquiteturadeinformacao.com/ux-em-espacos-fisicos/tudo-o-que-voce-precisa-saber-para-comecar-a-brincar-com-ibeacons/>. Acesso em: 25/07/2015.

TELECO. **Telefonia celular: o que é?** Disponível em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialcelb/pagina_1.asp. Acesso em: 24/07/2015.

VELLOSO, F. **Informática: Conceitos Básicos**. 9ª ed. São Paulo: Elsevier Brasil, 2014. 408 p.

KONSEK, H. **The Internet Gateways and Architecture** in Dzone Guide To The Internet of Things, DZone, p.6, 2015. Disponível em: <https://dzone.com/guides/internet-of-things-1>. Acesso em: 25/08/2015.

WEISER, M. **The computer for the 21st century**. Scientific American, v. 265, n. 3, 1991.

ZEBRA, **MPact Specification**, 2015 Disponível em: [Http://www.mpact.zebra.com](http://www.mpact.zebra.com), Acesso em: 25/05/2015.