

UNIVERSIDADE FUMEC
FACULDADE DE CIÊNCIAS EMPRESARIAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E GESTÃO DO
CONHECIMENTO

Thiago Augusto De Freitas

**INTERNET DAS COISAS: Uma análise sobre o impacto da tecnologia nos
cuidados com animais domésticos**

Belo Horizonte

Julho/2017

Thiago Augusto de Freitas

INTERNET DAS COISAS: Uma análise sobre o impacto da tecnologia nos cuidados com animais domésticos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade Fumec, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Área de Concentração: Tecnologia e Sistemas de Informação

Orientador (a): Dr.^a Júlia Epischina Engrácia de Oliveira

Coorientador (a): Dr. Jorge Tadeu Ramos Neves

Belo Horizonte

Julho/2017

Dedico este trabalho à minha família e amigos mais próximos, que sem todo o suporte, carinho e compreensão nos momentos de ausência, este sonho não teria se tornado realidade.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial meus pais e meu irmão:

“Quando, seu moço, nasceu meu rebento não era o momento dele rebentar
Já foi nascendo com cara de fome e eu nem tinha nem nome pra lhe dar
Como fui levando não sei lhe explicar, fui assim levando e ele a me levar
E na sua meninice, ele um dia me disse que chegava lá
Olha aí, olha aí [...]” (CHICO BUARQUE, 1981).

Aos meus amigos, agradeço pela paciência, pelo carinho e dedicação, e por representarem tanto na minha vida. Agradeço também por sempre me presentear com um ambiente aconchegante e familiar, aconselhando e sendo companheiros na minha vida.

Aos meus queridos orientadores Jorge e Júlia: obrigado pela experiência, paciência, conhecimentos, serenidade e confiança transmitidos. Tenho muita sorte por ter tido a oportunidade de escolhê-los e por terem me aceitado.

À Universidade Fumec: em uma de suas aulas sobre inovação, professor Jorge falou sobre a importância de se conviver em um ambiente como uma Universidade, e naquele momento eu sabia exatamente o significado de suas palavras. Se hoje sou o que sou, devo muito a esta instituição, minha formação profissional, parte do meu caráter, minha essência. Aqui cresci, amadureci, me qualifiquei e fiz amigos para toda vida.

Ao grupo de pesquisa, Fumec das Coisas: além do meu obrigado, vocês têm meu carinho e minha admiração. Além de amigos, são grandes talentos e tem sido uma honra trabalhar com todos vocês.

Quando alguém consegue traduzir sua dor e sofrimento em algo que possa motivar, inspirar e trazer o bem para outra pessoa, este, além de sábio, é um artista completo. Sua música e arte foram muito importantes nesta caminhada. Obrigado, W. Axl Rose.

Por fim, a minha namorada Lívia, a quem amo incondicionalmente: agradeço imensamente o suporte, amor, paciência e carinho dedicados em todos estes anos. Obrigado por compreender os momentos de ausência para conclusão desta etapa. Concluímos esta fase juntos, nos preparando para o futuro que a vida nos reserva.

*“As armas são para dizer que lutamos e as
rosas para dizer que vencemos”
(W. Axl Rose)*

RESUMO

Nos dias atuais, o modo como interagimos com o mundo não é mais como era feito há dez ou quinze anos atrás. Nossa comunicação, interação social, a maneira como consumimos, relações comerciais e até mesmo o lazer estão disponíveis em um pequeno dispositivo móvel. Com o advento da Internet das Coisas do inglês *Internet of Things* (IoT), surgiram tecnologias *weareables*, ou seja, tecnologia para se vestir literalmente. Eletrodomésticos, carros, relógios, todas as “coisas” de certa forma estão se conectando a internet. Tanta conectividade promete trazer inúmeros benefícios para a sociedade, agregando sempre uma maior qualidade de vida e experiência aos usuários. Neste contexto, esta dissertação buscou identificar através de uma pesquisa de campo quais seriam os componentes de um sistema IoT para auxiliar nos cuidados com animais domésticos. Para isso, foi elaborada uma pesquisa de mercado visando conhecer o interesse de donos de animais de estimação, como também de proprietários de pet-shops e clínicas veterinárias. Além do interesse, o público alvo foi também consultado em relação as funcionalidades que um dispositivo como a *Smart Coleira* (Coleira Inteligente) deveria ter. Após uma análise, foi possível determinar as premissas necessárias para a realização de uma prototipação de tal dispositivo, a fim de atender as expectativas do público alvo. A *Smart Coleira* será um dispositivo vestível voltado para animais domésticos, com o intuito de auxiliar nos cuidados de saúde do animal, proporcionando uma interação nova e diferente entre o consumidor final, representado pelo dono do animal e os prestadores de serviço, representados por clínicas veterinárias e pet-shops.

Palavras-Chave: Internet. Internet das coisas. Inovação. Conectividade. Empreendedorismo. Raspberry Pi. Arduino. *Gateway*.

ABSTRACT

In the present day, the way we interact with the world is no longer, as it was ten or fifteen years ago. Our communication, social interaction, the way we consume, business relationships and even leisure are available in a small mobile device. With the advent of Internet of Things (IoT), wearables technologies have emerged, that is, technology that you can wear literally. Appliances, cars, watches all "things" are somehow connecting to the internet. Such connectivity promises to bring numerous benefits to society, always adding a better life quality and users experience. In this context, this dissertation objective is to identify through a field survey what would be the components of an IoT system to assist in the care of domestic animals. For this, a market research was developed to know the interests of pet owners, as well as owners of pet shops and veterinary clinics. In addition to these interests, the target audience was also consulted regarding the features that a device such as the Smart Dog Collar should have. After an analysis, it was possible to determine the necessary premises for the prototype of such a device, in order to meet the expectations of the target public. The Smart Dog Collar will be a wearable device for domestic animals, aiming to assist in the health care of the animal, providing a new and different interaction between the end consumer, represented by the owner of the animal and the service providers, represented by veterinary clinics and pet-shops.

Keywords: Internet. Internet of things. Innovation. Connectivity. Entrepreneurship. Raspberry Pi. Arduino. Gateway.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01-	Modelo de cartão perfurado.....	20
Figura 02-	Arquitetura do TCP/IP.....	23
Figura 03-	Funcionamento da camada de aplicação de um Servidor.....	24
Figura 04-	Arquitetura de IoT	29
Figura 05-	Arquitetura de um sistema típico de IoT	30
Figura 06-	Áreas de aplicação onde o <i>Big Data</i> desempenha papel fundamental.....	31
Figura 07-	Modelo 3 Vs	32
Figura 08-	Popularidade do termo <i>Big Data</i> (Jan/2004-Jun/2017).....	33
Figura 09-	Arquitetura proposta para a <i>Smart Coleira</i>	37
Quadro 01-	Arquitetura típica de IoT	37
Figura 10-	<i>Wireless Sensor Network</i>	39
Figura 11-	Raspberry Pi 3 modelo B	40
Figura 12-	Arduino Uno.....	41
Quadro 02-	Aplicações sugeridas no questionário para <i>Smart Coleira</i>	51
Quadro 03-	Aplicações estabelecidas no questionário para a <i>Smart Coleira</i>	52
Quadro 04-	Arquitetura utilizada na coleira inteligente, baseado na arquitetura típica de IoT	53
Figura 13-	Protótipo do <i>Gateway IoT – Smart Coleira</i>	55
Quadro 05-	Comparativo de ferramentas de <i>Mashup</i>	56
Figura 14-	Módulos desenvolvidos no Node-RED.....	57
Figura 15-	Comunicação GAMMU-SMSD	59
Figura 16-	LilyPad Arduino	62
Figura 17-	LilyPad Arduino - Sensor de Temperatura	63
Figura 18-	Pastilha Piezoelétrica.....	64
Figura 19-	Software Audacity.....	64
Figura 20-	LilyPad Arduino – Acelerômetro	65
Figura 21-	Ublox Neo-6m com Eeprom.....	66
Figura 22-	Módulo GSM GPRS.....	66
Figura 23-	Protótipo da <i>Smart Coleira</i> (Módulo GPS).....	67
Figura 24-	Protótipo da <i>Smart Coleira</i> (Gateway).....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 01-	Comparação entre peso, tamanho e custo.....	54
Tabela 02-	Comparação entre CPU e Memória.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARP-	Address Resolution Protocol
ARPA-	Advanced Research Projects Agency
CPU-	Central Processing Unit
DCA-	Defense Communication Agency
DOD-	Department of Defense
DOE-	Department of Energy
DNS-	Domain Name System
Face-	Faculdade de Ciências Empresariais
Fea-	Faculdade de Engenharia e Arquitetura
FoT-	Fumec das Coisas
Fumec-	Fundação Mineira de Educação e Cultura
FTP-	File Transfer Protocol
GPRS-	General Packet Radio Service
GPS-	Global Positioning System
GSM-	Global System for Mobile Communications
HHS-	Health and Human Services Agency
HTTP-	Hyper Text Transfer Protocol
ICT-	Communication and Information Technology
ICMP-	Internet Control Message Control Protocol
IDC-	Internet Data Center
IGMP-	Internet Group Management Protocol
IoT-	Internet of Things
IP-	Protocolo de Internet
IPv4-	Internet Protocol versão 4
IPv6-	Internet Protocol versão 6
Json-	Java Script Object Notation
Lan-	Local Área Network
M2M-	Machine to machine
MAC-	Media Access Control
MIT-	Massachusetts Institute of Technology
Nasa-	National Aeronautics and Space Administration
NDP-	Neighbor Protocol
NFS-	National Science Foundation
OSI-	Open System Interconnection
RARP-	Reverse Address Resolution Protocol

RFID-	Radio-Frequency Identification
SNMP-	Simple Network Management Protocol
SMS-	Short Message Service
SMTP-	Simple Mail Transfer Protocol
SRI-	Stanford Research Insitute
SSH-	Secure Shell
TI-	Tecnologia da Informação
TCP-	Protocolo de Controle de Transmissão
TIC-	Tecnologias da Informação e Comunicação
UCLA-	Universidade da Califórnia
UCSB-	Universidade de Santa Bárbara
UDP-	User Datagram Protocol
UIT-	União Internacional de Telecomunicações
UMTS-	Universal Mobile Telecommunication System
Unesp-	Universidade Estadual Paulista
Usp-	Universidade de São Paulo
Utah-	Universidade de Utah
Wan-	Wide Área Network
WSN-	Wireless Sensor Network

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Problema.....	15
1.2	Objetivo Geral.....	15
1.3	Objetivos Específicos.....	15
1.4	Justificativa.....	15
1.5	Estudos Relacionados.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	História e Escopo da Internet.....	19
2.2	Os Protocolos TCP/IP.....	22
2.2.1	A Camada de Aplicação.....	23
2.2.2	Camada de Transporte.....	24
2.2.3	Camada de Rede.....	25
2.3	O IPv4 e o IPv6.....	26
2.3.1	O IPv4.....	26
2.3.2	O IPv6.....	27
2.4	Internet das Coisas.....	28
2.5	Big Data.....	31
2.6	Inovação e Empreendedorismo.....	34
2.7	<i>Smart</i> Coleira.....	36
2.7.1	Rede de Sensores sem Fio (WSN).....	38
2.7.2	Raspberry Pi.....	39
2.7.3	Arduino.....	41
2.7.4	Ferramentas de <i>Mashup</i>	41
2.7.5	<i>Gateway</i> IoT.....	42
2.7.6	Rede UMTS.....	43
2.7.7	<i>Short Message Service</i> – SMS.....	44
2.7.8	Computação na Nuvem – Servidor Web.....	44
2.7.9	Soluções para o gerenciamento da rede de sensores e tratamento de dados.....	45
3	METODOLOGIA.....	47
4	ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	51
4.1	<i>Smart</i> Coleira – Componentes Específicos para Aplicação.....	53
4.1.1	Desenvolvimento do <i>Gateway</i> IoT.....	53
4.1.2	Definição de Ferramenta <i>Mashup</i>	55
4.1.3	Definição de Sistema Operacional.....	57

4.1.4	Interface e Protocolos de Comunicação.....	58
4.1.5	Soluções para o Gerenciamento de Sensores e Tratamento de Dados.....	60
4.1.6	Sensores.....	61
5	CONCLUSÃO.....	69
	REFERÊNCIAS.....	72
	APÊNDICES.....	78
	APÊNDICE A.....	78
	APÊNCIDE B.....	80

1 INTRODUÇÃO

A ideia de que cada vez mais o mundo físico e o mundo digital se tornem um só, conectados através de dispositivos que se comunicam uns com os outros, versáteis e até vestíveis, vem transformando nos últimos tempos cada vez mais a mobilidade e o comportamento humano.

Estamos adentrando em um mundo, onde antigamente era apenas fantasia, como demonstrava o famoso desenho animado “Os Jetsons”. Nele, o trabalho era automatizado, o criado era um robô, os eletrodomésticos eram inteligentes e existia a comunicação instantânea de voz e imagem entre os personagens, o que, hoje consiste na tecnologia de vídeo chamadas através da internet.

Por isso, o termo “Internet das Coisas” vem tomando conta dos debates em diversos níveis da sociedade, envolvendo governos, empresas e pesquisadores. As empresas estão desenvolvendo linhas de produtos baseados em *Internet of Things* (IoT), com um caráter extremamente inovador.

Segundo Evans (2011), um esforço exigirá que empresas, governos, organizações de normas técnicas e instituições acadêmicas trabalhem juntos em busca de um objetivo comum para solucionar os desafios que surgirem. Entretanto, a ideia de conectar objetos vem sendo discutida desde 1991, como consequência da popularização da Internet e dos Protocolo de Controle de Transmissão e Protocolo de Internet (TCP/IP). Em um primeiro momento, o nome dado a este fenômeno de conectividade entre dispositivos foi o de conexão *Device to Device* (D2D), nomenclatura atribuída por Bill Joy. Mais tarde, em 1991, Kevin Ashton do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), propôs o termo “Internet das Coisas”.

Cada vez mais, a Internet das Coisas aparece como uma oportunidade de negócio real, atualmente dados do IDC (2014) estimam que a Internet das Coisas poderá render um valor de 7 trilhões de dólares até 2020. Ou seja, ela representa uma significativa mudança de paradigma nas aplicações na Internet. Segundo Gubbi *et al.* (2013) a tecnologia foi impulsionada pela recente adaptação de uma variedade de outras tecnologias sem fio, como *tags* (etiquetas), *Radio-Frequency IDentification* (RFID) sensores incorporados e nós atuadores.

As potencialidades oferecidas pelas tecnologias de Internet das Coisas permitem o desenvolvimento de um grande número de aplicações para diversas coisas. De acordo com Calvo *et al.* (2016) as aplicações típicas de IoT envolvem a coleta de

informações automática de diversos sensores inteligentes distribuídos geograficamente e concentram a informação em computadores potentes.

Neste cenário, foi criado um grupo de pesquisa na Faculdade de Engenharia e Arquitetura (FEA) da Universidade Fumec com o objetivo de desenvolver pesquisas sobre aplicações para Internet das Coisas, o grupo foi batizado de *Fumec of Things* (FoT).

O grupo de pesquisa FoT abriga novos projetos de pesquisa, de diferentes áreas, privilegiando a integração entre alunos, professores e a sociedade. Sendo assim, composto por:

- Alunos de Graduação;
- Alunos de Pós-Graduação;
- Professores de Graduação e Pós-Graduação.

Além disso, o FoT pretende proporcionar experiências e oportunidades para alunos e professores, bem como contribuir diretamente com a avaliação da qualidade do ensino e da pesquisa perante os órgãos competentes, incentivar a pesquisa, oferecer aos alunos oportunidades de adquirir conhecimento além da sala de aula, relacionando teoria à prática.

O primeiro projeto de pesquisa do FoT foi o da criação de uma *Smart* Coleira, cujo o desenvolvimento encontra-se em curso. A ideia da pesquisa surgiu através do Desafio Acadêmico (programa onde alunos de graduação podem fazer propostas para possíveis projetos de pesquisa). A partir dessa ideia inicial percebeu-se a possibilidade e a viabilidade de desenvolvimento e execução de tal projeto e ainda para criação de um produto de caráter inovador, que abrange tecnologias e disciplinas ministradas na universidade.

A *Smart* Coleira será uma coleira inteligente para pets, onde serão implementadas funções com o auxílio da tecnologia e da internet e segundo Pessoa *et al.* (2016), a *Smart* Coleira é uma coleira composta por sensores que identificam o estado físico e clínico, a localização, a identificação e outras informações importantes sobre o animal. Tendo esse cenário em vista a proposta desta dissertação é de descrever a arquitetura de um sistema de Internet das Coisas, estabelecido para o desenvolvimento da *Smart* Coleira.

1.1 Problema

A partir dessa rápida contextualização, essa pesquisa busca identificar: quais são os componentes de um sistema baseado em Internet das Coisas, que auxilie nos cuidados com animais domésticos?

1.2 Objetivo Geral

Definir os componentes para prototipação e posterior construção de um dispositivo baseado em Internet das Coisas *Smart Coleira*, com o intuito de auxiliar nos cuidados com animais domésticos.

1.3 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo principal deste trabalho, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Definir os contornos conceituais sobre o tema IoT;
- b) Realizar pesquisa através de uma *survey* para analisar as demandas do mercado e dos consumidores de produtos destinados a animais de estimação.
- c) Definir as premissas para o posterior desenvolvimento do protótipo da *Smart Coleira*, baseado nos resultados da pesquisa.

1.4 Justificativa

Percebeu-se a possibilidade e a viabilidade de desenvolvimento e execução de um projeto de pesquisa para a criação de um produto de caráter inovador, que abrange tecnologias e disciplinas ministradas na universidade, tanto em cursos de Graduação quanto Pós-Graduação.

A *Smart Coleira* será uma coleira inteligente para pets, onde serão implementadas funções extras com o auxílio da tecnologia e da internet. Suas funcionalidades visam auxiliar os donos de animais domésticos nos cuidados com os mesmos. A ideia é colocar a tecnologia já disponível, aplicada a área de pet-shops, clínicas veterinárias e donos de animais diretamente.

O projeto de pesquisa tem como objetivo principal criar um novo e inovador produto (*Smart Coleira*), com pesquisa, prototipação, montagem e execução pelos próprios alunos e professores integrantes do projeto.

Este estudo será realizado como parte do desenvolvimento do produto *Smart Coleira*. Produtos cotidianos como eletrodomésticos, sapatos, remédios, carros, casa, tudo e

todas as coisas presentes no dia a dia das pessoas, a partir do momento em que podem ser conectados criam um mar de possibilidades de produtos e serviços. A Internet das Coisas é uma grande possibilidade de lançar negócios, portanto além de descrever e exemplificar o tema, essa dissertação também visa explorar uma possibilidade de negócio fruto da Internet das Coisas.

Um grupo de pesquisa foi criado para o desenvolvimento e aplicação de um novo produto derivado da Internet das Coisas. O grupo de pesquisa é formado por alunos de graduação do curso de Engenharia de Telecomunicações da Faculdade de Engenharia e Arquitetura (FEA), juntamente com professores da mesma unidade, o aluno regular do curso Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Faculdade de Ciências Empresariais (FACE) e autor desta dissertação.

“O mais fascinante neste momento é que a economia do século XXI já está esboçada de maneira evidente nos bancos de dados das Googles, Amazons, Netflixes e iTunes da vida, em cujos muitos terabytes sobre comportamentos dos usuários se encontra uma pista de como os consumidores atuarão nos mercados de escolhas infinitas, questão que até recentemente ainda não era significativa, mas cuja compreensão agora tornou-se fundamental.

O mais importante é que muitos poucos economistas estão observando esses dados, sobretudo porque nem mesmo se importam em solicitá-los (a maioria dos acadêmicos com que trabalhei atuam em escolas de negócios, dos quais somente uns poucos são economistas). Embora haja algumas exceções - Hal Varian, economista da Universidade da Califórnia, Berkley, trabalha em tempo parcial na Google; além disso, os economistas que estudam a teoria dos leilões evidentemente adoram a eBay - elas são raras” (ANDERSON, 2006).

A *Smart Coleira* pretende auxiliar os donos de animais de estimação nos seus cuidados diários. Em caso de fuga ou perda de seu animal, o dono poderá acionar a função *Global Positioning System* (GPS) da coleira, para que possa encontrar seu animal o mais rápido possível. Também poderá receber avisos para todas, vacinas, ou até mesmo de enfermidades e viroses que estão afetando a região onde mora e poder prevenir seu animal para determinadas mazelas momentâneas.

Para os comerciantes e clínicas veterinárias, a *Smart Coleira* também pretende ser de grande valia, pois com a padronização e centralização de dados como prontuários médicos, dados dos clientes e animais dos mesmos, a gestão da informação no ambiente empresarial tende a se tornar mais fácil, ágil, gerando mais parâmetros para as empresas.

Sempre me fascinou a ideia de ter a tecnologia a disposição de serviços cotidianos. A sociedade como um todo, carece de soluções que proponham soluções simples para

problemas diários. A Internet das Coisas, ao meu ver, será mais um divisor de águas no campo da inovação de produtos e serviços. A oportunidade de aplicar a Internet das Coisas ao universo dos animais de estimação também é fascinante, pois além da vertente comercial, também existe o lado social que o trabalho pode ser aplicado, junto a prefeituras e órgãos competentes.

1.5 Estudos Relacionados

A Internet das Coisas é atualmente uma das áreas de grande interesse da academia e das grandes corporações, sejam elas voltadas ao mercado de tecnologia da informação, comunicação, engenharia, transporte, etc. A grande vantagem é que estamos vivendo esta revolução, onde acredito que seja apenas o começo do que está por vir, como a vida e as interações humanas, os negócios serão afetados de uma maneira geral. Assim como vivemos há pouco tempo a revolução da Internet, a Internet das Coisas vem para mudar o panorama da forma como navegamos hoje, e principalmente da maneira como interagimos com o nosso ambiente.

Entre inúmeros estudos acerca do tema, convém destacar:

- Cidades Inteligentes: são projetos cuja principal característica é a aplicação de tecnologias de comunicação e informação sensíveis ao contexto (tecnologias IoT) em um ambiente totalmente urbano, tornando as cidades interativas e sensitivas ao seu próprio “status”.

Os trabalhos de Helal (2011) e também Naphade *et al.* (2011), abordam aspectos e atividades no campo das Cidades Inteligentes, além do papel da Tecnologia da Informação (TI) no desenvolvimento inclusive de normas de comportamento que facilitem o crescimento das cidades, além dos benefícios que esta estratégia podem trazer para governos, cidadãos e organizações. São mencionadas aplicações em diversos cenários, tais como gerenciamento do tráfego, auxílio à segurança pública, gerenciamento de recursos básicos como energia e água.

Brabham (2010), focou seu estudo na análise de efetividade do uso de sensores humanos no contexto da participação pública em atividades de planejamento da cidade. O autor propôs um problema para que a sociedade votasse no melhor modelo que resolvesse tal problema. No estudo o caso utilizado foi um modelo de parada de ônibus. Assim, o autor realizou uma análise qualitativa por meio de entrevistas com os usuários da ferramenta.

Naphade *et al.* (2011), afirma que governos como o do Rio de Janeiro tem investido no campo das Cidades Inteligentes. No Rio, as fortes chuvas que ocorrem anualmente no mês de janeiro foram o fator motivador para a busca de soluções. Com a eminência da Copa do Mundo de Futebol de 2014, além dos Jogos Olímpicos de 2016, as autoridades do estado buscaram a IBM para implantação de um sistema para melhorar a gerência de crises e do tráfego na cidade. Ele também destaca o caso da cidade de Dubuque, onde o prefeito Roy Buol foi eleito com a promessa de tornar a cidade com pouco mais de 50 mil habitantes uma das cidades mais inteligentes da América do Norte. Para tanto, a prefeitura chegou a oferecer bolsas de U\$\$ 2500,00 para organizações e cidadãos empenhados em propor projetos de sustentabilidade. O prefeito Buol criou um projeto piloto com foco na conscientização da população com relação a recursos naturais. Medidores de água foram substituídos por aparelhos capazes de realizar a leitura em tempo real, repassando os dados para um canal da prefeitura e moradores. Foi feito o mesmo em mil casas, porém com medidores de energia, e em outras 250 casas medindo o consumo de gás natural (NAPHADE, 2011).

Assim, os moradores podem acompanhar em tempo real via internet, comparando seu consumo com o de vizinhos. Nos primeiros meses, houve diminuição de 6,6% no consumo de água graças a moradores terem percebido que havia vazamentos em suas residências, e providenciaram os reparos.

O grupo de pesquisa Fot, atento a temática atual e a possibilidade de soluções a serem criadas e discutidas no âmbito social e educacional, já iniciou os preparativos para estudos relativos a temática das Cidades Inteligentes. Uma frente de estudos foi montada, coordenada prof. Manoel Fiuza, com foco na criação de uma lixeira dotada de sensores, capaz de fazer a separação de materiais depositados, para posterior serviço de coleta seletiva.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho foi estruturado em quatro partes em que são abordados os conteúdos necessários e pertinentes para a fundamentação da pesquisa.

A primeira parte engloba as sessões 2.1, 2.2 e 2.3, apresentando a temática da internet e seus principais protocolos, especialmente os protocolos TCP/IP, suas características e tipologias de funcionamento. Portanto, esta sessão terá um caráter mais técnico.

A seguir na segunda parte, sessões 2.4 e 2.5 será abordado a temática da Internet das Coisas e o Big Data, buscando contextualizar sobre a situação atual, e futura das tecnologias citadas.

Na terceira parte, sessão 2.6, trata da inovação, que possui suma importância para os objetivos deste trabalho, pois além de tratar de temas atuais, a inovação caminha lado a lado com a tecnologia e as oportunidades de negócio que a tecnologia nos permite criar.

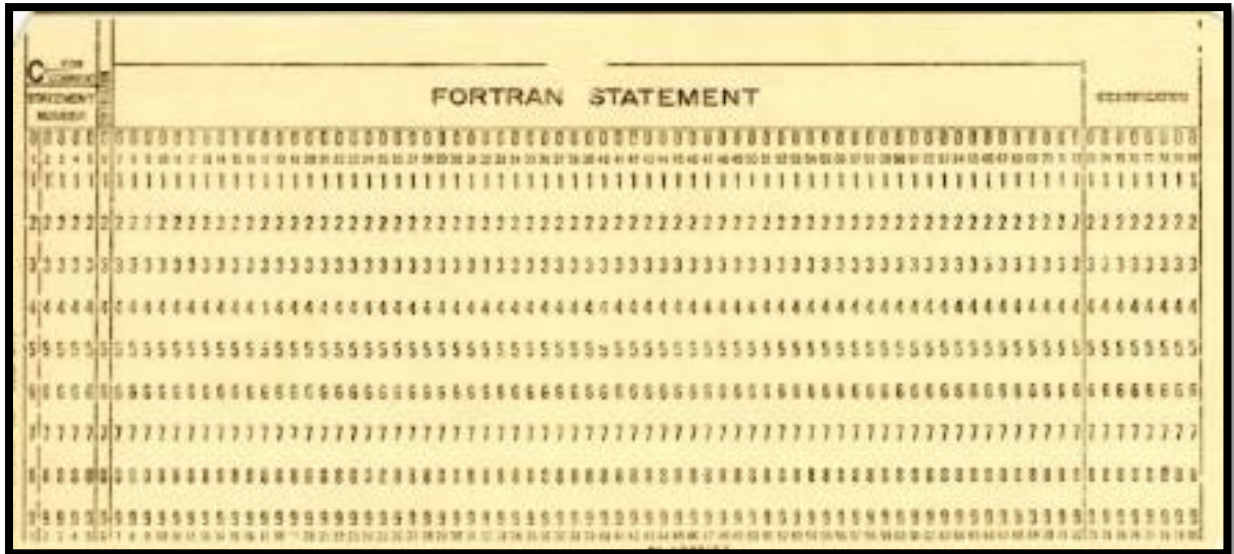
Por fim, na sessão 2.7 a *Smart Coleira* é descrita juntamente com a proposta de arquitetura e componentes para implementação.

2.1 História e Escopo da Internet

Como quase tudo relacionado a tecnologia e informática, as redes passaram e ainda passam por um longo período de evolução, antes de chegarem aos padrões utilizados atualmente, passando pela explosão da internet, das redes locais e redes móveis, a era da internet das coisas e o Big Data.

Na década de 60 surgiram as primeiras redes de computadores, possibilitando a transferência de informações entre computadores. Nesta época, o meio utilizado para armazenamento externo de dados e seu transporte se dava por meio de cartões perfurados. Estes, por sua vez, eram a forma mais lenta, trabalhosa e demorada de se transportar grandes quantidades de informação. Eram literalmente, cartões de cartolina com furos, que representam os bits um e zero armazenados.

Figura 01 – Modelo de cartão perfurado



Fonte: Wikipédia (2005).

Segundo Comer (1998), entre 1969 e 1972 foi criada a ARPANET, embrião da Internet como conhecemos hoje. Em dezembro de 1969 a rede entrou no ar inicialmente apenas com 4 nós, que respondiam pelos nomes SRI, UCLA, UCSB, e UTAH, respectivamente sediados no *Stanford Research Institute*, na Universidade da Califórnia, na Universidade de Santa Bárbara e Universidade de Utah, todas nos Estados Unidos.

Esta rede inicial criada como protótipo para testes, cujo desafio era interligar 4 computadores de arquiteturas diferentes, cresceu rapidamente, e em 1973 já interligava 30 instituições dentre elas universidades, instituições militares e empresas.

Para Comer (1998), a Internet global teve seu início mais ou menos em 1980, quando a ARPA passou a adotar os novos protocolos TCP/IP nas máquinas ligadas às suas redes de pesquisa.

A ARPANET, já instalada, rapidamente tornou-se o backbone da nova Internet e, foi utilizada para muitas das primeiras experiências com TCP/IP. A transição para a tecnologia da Internet foi completada em janeiro de 1983, quando o *Office of the Secretary of Defense* ordenou que todos os computadores conectados a redes de longa distância utilizassem o TCP/IP. Ao mesmo tempo, a *Defense Communication Agency* (DCA) dividiu a ARPANET em duas redes distintas, sendo uma para pesquisas e outra para comunicação de caráter militar. A parte relacionada a pesquisa conservou o nome de ARPANET, enquanto a parte militar, tornou-se conhecida como rede militar, MILNET.

Sete anos após a sua criação, a Internet cresceu, abrangendo centenas de redes individuais localizadas nos Estados Unidos e na Europa. Conectou cerca de 20.000 computadores de universidades, órgãos públicos e laboratórios de pesquisa organizacional. No final de 1987, estimou-se que o crescimento alcançará 15% ao mês. Em torno de 1994, a Internet global alcançava mais de 3 milhões de computadores em 61 países (COMER, 1998).

Embora a tecnologia TCP/IP seja, por si só, notável, ela é especialmente interessante porque sua viabilidade foi demonstrada em larga escala. Constitui a tecnologia de base para uma interligação em redes global que conecta domicílios, campus universitários e outras escolas, organismos e laboratórios do governo em 61 países. Nos Estados Unidos, a *National Science Foundation* (NSF), o *Department of Energy* (DOE), o *Department of Defense* (DOD), a *Health and Human Services Agency* (HHS) e a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), participam do financiamento da *Internet* e utilizam o TCP/IP para conectar muitas de suas instalações de pesquisa. Conhecida como Internet ARPA/NSF, Internet TCP/IP, Internet global, ou simplesmente Internet, a interligação em redes resultante permite que os pesquisadores de instituições conectadas compartilhem informações com seus colegas de todo o mundo com a mesma facilidade com que compartilham informações com pesquisadores da sala ao lado. Um sucesso extraordinário, a Internet demonstra a viabilidade da tecnologia TCP/IP e mostra como pode-se lidar com uma diversidade de tecnologias de redes (COMER, 1998).

Grandes companhias voltadas para o setor de computadores conectaram-se à Internet, bem como muitas outras organizações de grande porte como companhias de petróleo, indústria automobilística, empresas de eletrônica, companhias farmacêuticas e portadoras de telecomunicações. As empresas de pequeno e médio porte começaram a conectar-se na década de 1990. Além disso, muitas outras utilizavam os protocolos TCP/IP em suas interligações em redes corporativas, mesmo tendo optado por não participar da Internet global (COMER, 1998)

Até o momento, a versão mais utilizada do protocolo é a versão 4, possuindo 32 bits de endereçamento, o que possibilita aproximadamente quatro bilhões de endereços disponíveis para que dispositivos estejam diretamente conectados à Internet (MIRANDA, 2008). Porém, estes endereços IP's já se esgotaram devido ao grande número de dispositivos conectados à rede, como computadores, servidores e smartphones. Demi Getschko, diretor do NIC.br ressalta:

“É sempre válido salientar que nada de errado aconteceu com o IPv4. O esgotamento de endereços nesta versão do protocolo faz parte do crescimento da Internet, e no Brasil seu crescimento é notavelmente grande. Nesse momento, a preocupação principal é estimular a adoção do IPv6” (GETSCHKO, 2014)

2.2 Os protocolos TCP/IP

Os protocolos IP e TCP são os principais dentre um conjunto de protocolos que direcionam o funcionamento da Internet e, por esta razão, este conjunto de protocolos é conhecida como TCP/IP. O protocolo IP é importante por ser o responsável por endereçar e encaminhar os pacotes que trafegam pela rede mundial de computadores (MIRANDA, 2008).

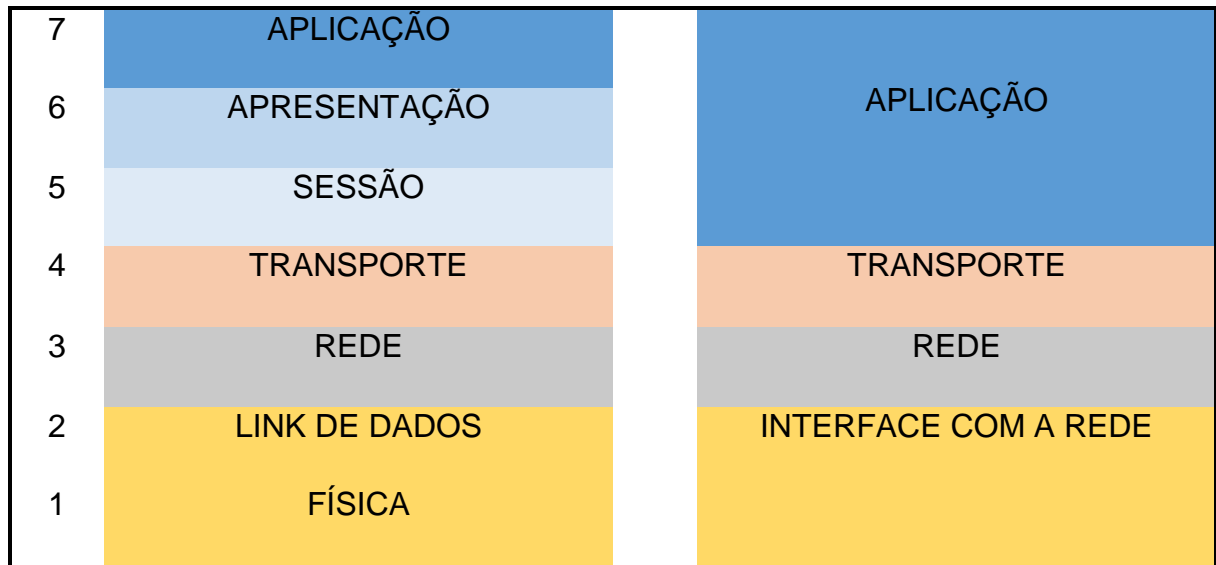
O nome TCP/IP se deve a dois dos principais protocolos da família: o *Transmission Control Protocol* (TCP) e o *Internet Protocol* (IP). A família de protocolos TCP/IP é organizada em quatro camadas: interface com a rede, internet, transporte e aplicação. (Albuquerque, 2001)

Para Albuquerque (2001), o protocolo IP tem, entre suas responsabilidades, de rotear os dados entre a máquina de origem e a máquina de destino e faz parte da camada de internet. O TCP, por sua vez, é um dos protocolos na camada de transporte. Os protocolos nessa camada são fim-a-fim, podem ser ou não orientados a conexão, podem garantir ou não a entrega dos dados e possibilitam a troca de informações entre processos nas máquinas envolvidas na comunicação. Os processos enviam e recebem dados através de serviços providos pelos protocolos dessa camada.

Para Torres (2014), um fato que tornou o TCP/IP popular é o fato de o protocolo possuir arquitetura aberta e qualquer fabricante pode adotar a sua própria versão do TCP/IP em seu sistema operacional, sem a necessidade de pagamentos de royalties a ninguém. Com isso, todos os fabricantes de sistemas operacionais acabaram adotando o TCP/IP, transformando-o assim um protocolo universal, possibilitando que sistemas diferentes pudessem comunicar-se entre si e sem dificuldade.

A figura abaixo demonstra a arquitetura do TCP/IP, correlacionada com as camadas do modelo OSI:

Figura 02 – Arquitetura do TCP/IP



Fonte: Torres (2014).

2.2.1 A Camada de Aplicação

Esta camada equivale às camadas cinco, seis e sete do modelo OSI.

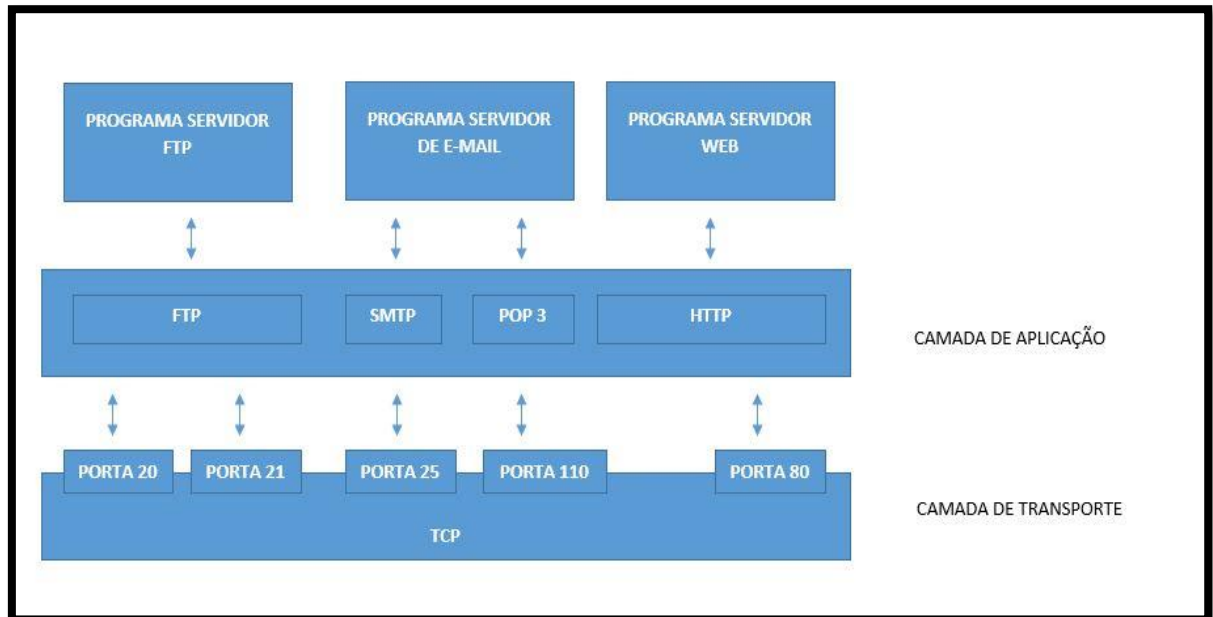
Para Torres (2014), esta camada “conversa” com os programas instalados no computador. Por exemplo, quando você clica em seu programa de e-mail para baixar e-mails ou entra em um site através de seu navegador (Internet Explorer, Firefox, Google Chrome, etc.), o programa faz um pedido a esta camada da pilha TCP/IP. Esta camada então prepara o pedido e/ou dados e os envia para a camada inferior, camada de Transporte.

Segundo Torres (2014), existem vários protocolos operando nessa camada, cada um responsável por um tipo de serviço específico:

- SMTP: *Simple Mail Transfer Protocol*, protocolo simples de transferência de correio eletrônico;
- DNS: *Domain Name System*, sistema de nome de domínio - para verificar qual o endereço IP corresponde endereço do site solicitado;
- HTTP: *HyperText Transfer Protocol*, protocolo de transferência de hipertexto, que transfere os dados do site para o computador;
- FTP: *File Transfer Protocol*, protocolo de transferência de arquivos;
- SNMP: *Simple Network Management Protocol*, protocolo simples de gerenciamento de rede;
- Telnet e o SSH: *Secure Shell*, terminal seguro.

A camada de aplicação se comunica com a de transporte através de portas, que podem ser numeradas de 0 até 65.535 - no lado do servidor, as aplicações padrão usam sempre a mesma porta. As portas são um sistema de endereçamento para saber qual protocolo está transferindo os dados e, com isso saber a qual protocolo de aplicação na máquina de destino os dados devem ser entregues (TORRES, 2014).

Figura 03 – Funcionamento da camada de aplicação em um servidor



Fonte: Torres (2014).

2.2.2 Camada de Transporte

A camada de transporte correlacionada ao modelo OSI corresponde a camada quatro, também chamada de transporte. Esta camada pega os dados enviados pela camada de aplicação e os transforma em pacotes (que nesta camada são chamados de datagramas UDP ou segmentos TCP) a serem repassados a camada de rede. Portanto são dois os protocolos que operam na camada de transporte do TCP/IP: o TCP (*Transmission Control Protocol*, protocolo de controle de transmissão) e o UDP (*User Datagram Protocol*, protocolo de datagrama de usuário).

Segundo Torres (2014):

- O TCP faz a confirmação de recebimento dos pacotes, coloca os pacotes recebidos em ordem e descarta pacotes recebidos duplicados. Na transmissão os pacotes são numerados pelo protocolo TCP do transmissor e no receptor este protocolo terá dois papéis: colocar os pacotes recebidos em ordem, antes de passá-lo ao protocolo de destino na camada de aplicação - já que os quadros de dados

podem chegar fora de ordem, o que ocorre em redes grandes e na Internet, onde pode haver mais de um caminho entre o transmissor e o receptor - e, verificar se os pacotes foram recebidos corretamente, enviando assim um pacote de confirmação ao transmissor. Caso o transmissor não receba esta confirmação, ele enviará novamente este pacote, pois ele pode ter se perdido no meio do caminho. Outra função no receptor é descartar pacotes que tenham sido recebidos mais de uma vez.

- O UDP por sua vez não possui estas características. Portanto o TCP é um protocolo orientado a conexão, enquanto o UDP, não. Por esse motivo, o protocolo mais usado na transmissão de dados é o TCP, enquanto o UDP é tipicamente usado na transmissão de informações de controle (pedidos DNS e DHCP por exemplo). Em contrapartida o UDP é mais “leve” e rápido, por não precisar usar estes recursos.

Quando um pacote de dados não usa um sistema de confirmação de recebimento, passa a ser chamado de datagrama. Ou seja, um datagrama é um pacote de dados não orientado à conexão, e é por este motivo que falamos em datagrama UDP e não pacote UDP.

2.2.3 Camada de Rede

A camada de rede correlacionada ao modelo OSI equivale a camada três, que leva o mesmo nome.

Para Torres (2014), a camada de rede é responsável por receber os pacotes provenientes da camada de transporte (segmentos TCP e datagramas UDP) e dividi-los em datagramas, adicionando a informação do endereço lógico de origem e o endereço lógico de destino - endereços IP. Em seguida, o datagrama é enviado à camada que estiver operando abaixo da camada de rede (camada de interface de rede), responsável por colocar os datagramas dentro de quadros a serem transferidos pela rede. No receptor, é feito o processo inverso.

“O nome original da camada de rede é ‘Internet’, que em inglês significa ‘conexão entre redes’. Como a Internet também é o nome da rede mundial de computadores, preferimos usar o nome “Rede” para esta camada para evitar confusão e interpretações equivocadas” (TORRES, 2014).

Segundo Torres (2014), existem vários protocolos que operam nesta camada:

- IP: *Internet Protocol*, protocolo de comunicação entre redes;
- ICMP: *Internet Control Message Control Protocol*, protocolo de mensagens de controle entre redes;

- IGMP: *Internet Group Management Protocol*, protocolo de gerenciamento de grupos entre redes;
- ARP: *Address Resolution Protocol*, protocolo de resolução de endereço;
- RARP: *Reverse Address Resolution Protocol*, protocolo de resolução de endereço;
- NDP: *Neighbor Discovery Protocol*, protocolo de descoberta de vizinho.

2.3 O IPv4 e o IPv6

Segundo Torres (2014), existem dois tipos de endereçamento IP: o IPv6 e o IPv4. A versão IPv4 é usada por 95% dos computadores e é o tipo de endereçamento ao qual normalmente nos referimos como “endereço IP”, ou “endereçamento IP”. Por outro lado, o IPv6 ainda é pouco utilizado, porém devido à grande expansão sofrida pela internet nos últimos anos, este vem se popularizando.

Para conseguir entregar um pacote de dados, é necessário que se saiba o endereço de rede da máquina de destino. Sendo assim, segundo Torres (2014), cada máquina possui dois endereços: um físico - chamado de endereço MAC, que é gravado na placa de rede da máquina, e um endereço lógico - no caso do protocolo TCP/IP é o endereço IP, que é configurado por software.

“O endereçamento lógico funciona de uma maneira padronizada e organizada e, assim, os pacotes de dados têm como seguir até o seu destino sem precisarem congestionar as redes no meio do caminho enviando pacotes para todas as máquinas. O envio de pacotes de uma rede para a outra é feito através de equipamentos chamados roteadores, e a grande vantagem do protocolo IP é que ele é “roteável”, isto é, permite atravessar roteadores sem problemas. O endereçamento IP permite isso.” (TORRES, 2014).

2.3.1 O IPv4

Segundo Comer (1998), o IPv4 fornece o mecanismo básico de comunicação da pilha TCP/IP e da Internet global. Essa versão permaneceu inalterada desde o seu início, no final da década de 1970. Sua longevidade mostra o quanto o projeto é flexível e poderoso. Desde quando foi projetado, o desempenho do processador aumentou mais de duas ordens de magnitude, os tamanhos típicos de memórias aumentaram 32 vezes, a largura de banda de rede e do backbone da Internet cresceu cerca de 800 vezes, tecnologias de rede local afloraram e o número de hosts na Internet cresceu de apenas um punhado para 4 milhões. Além disso, mudanças não ocorreram simultaneamente - o IP foi capaz de conciliar as mudanças em uma tecnologia, diante de mudanças em outras tecnologias.

Segundo Torres (2014), no endereçamento IPv4 o endereço IP é formado por um número de 32 bits, representado na forma de quatro números de oito bits, separados por um ponto, no formato a.b.c.d. Como em decimal números de oito bits podem variar de zero a 255, temos os endereços IPv4 variando de 0.0.0.0 a 255.255.255.255. Isso nos dá, em teoria, 4.294.967.296 endereços disponíveis. Porém alguns destes endereços são reservados, e não podem ser utilizados.

2.3.1 O IPv6

A solução para o contínuo crescimento da rede é o uso do protocolo IP na versão 6 (IPv6). O IPv6 possui um número de endereçamento que, segundo Perini (2014), atenderá por muito tempo as necessidades da Internet. O IPv6 possui 128 bits no seu campo de endereço, o que acarreta IPs, ou seja, possibilita alocar até 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 endereços únicos.

Segundo Anatel (2015), às prestadoras de telecomunicações estariam preparadas para disponibilizar endereços no protocolo IPv6 aos seus novos usuários a partir de 1º de julho de 2015. Para as interconexões e interligações (usuários corporativos), o novo protocolo já está disponível por parte de todas as prestadoras em seus principais pontos de troca de tráfego.

Porém a migração não é simples. Pessoa et al (2013) mostra técnicas para adaptação (como pilha dupla e empacotamento dos dados) pois, enquanto ainda houver acesso sobre o conteúdo IPv4, este deverá coexistir por alguns anos, uma vez que os dois protocolos (IPv4 e IPv6) não são compatíveis.

É sabido que bilhões de pessoas dependem da Internet no dia a dia, para trabalho e negócios, e uma visão de longo prazo da Internet é integrar vários processos humanos, coisas. Portanto, torná-las acessíveis através da Internet é uma questão essencial.

Segundo Jara *et al.* (2014), esta nova concepção de estender a Internet para qualquer coisa relevante é viável graças à nova versão do Protocolo Internet (IPv6). O IPv6 amplia o espaço de endereçamento a fim de apoiar todos os dispositivos emergentes habilitados para uso da Internet.

Segundo Jara *et al.* (2012), o futuro da Internet emprega protocolos e tecnologias do IPv6, tais como IPv6 em baixa potência sobre redes locais pessoais (6LoWPAN[1]). Segundo os autores “a este respeito, o 6LoWPAN permite a extensão da Internet para pequenos e inteligentes dispositivos, tornando-se possível identificar e criar conexões

entre as pessoas, dispositivos e as coisas que nos cercam”. Segundo Mashal et al (2015), o 6LoWPAN permite que os sensores troquem informações de forma nativa e integrada com a Internet sem a necessidade de qualquer processamento extra.

Para Jara *et al.* (2014), o IPv6 é considerado a tecnologia mais adequada para a Internet das Coisas, uma vez que oferece escalabilidade, flexibilidade, rede ubíqua e conectividade fim-a-fim.

“Por essa razão, alguns esforços estão sendo realizados para fornecer mecanismos para permitir um endereço IPv6 para cada uma das coisas; variando de RFID's e tecnologias legadas às tecnologias emergentes responsáveis para construir objetos inteligentes. Deste modo, a integração das redes multitecnologia em uma rede totalmente IP comum é atingido” (JARA et al., 2014).

2.4 Internet das Coisas

A limitação de tempo e a rotina cada vez mais atarefada, aliado a evolução dos dispositivos móveis e a popularização da "internet móvel" vem criando espaços para que o acesso à internet se dê por maneiras até então pouco exploradas. Como consequência da maior conectividade entre pessoas e pessoas, pessoas e dispositivos, a produção de conteúdo, e demandas por serviços outrora pouco explorados vem aumentando em grande escala, muitas vezes sequer medido.

Segundo Zaslavsky *et al.* (2013), o termo *Internet of Things* - IoT, foi cunhado por Kevin Ashton em uma apresentação em 1999. Como ele afirmou: "a Internet das Coisas tem o potencial de mudar o mundo, assim como a Internet fez, talvez até mais”.

A Internet das coisas, desde então, tornou-se o foco de vários esforços de padrões de organizações, incluindo a União Internacional de Telecomunicações (UIT). A tecnologia permitirá formas, até então, desconhecidas e inimagináveis de colaboração, comunicação e interação entre as pessoas e as coisas e entre as próprias coisas.

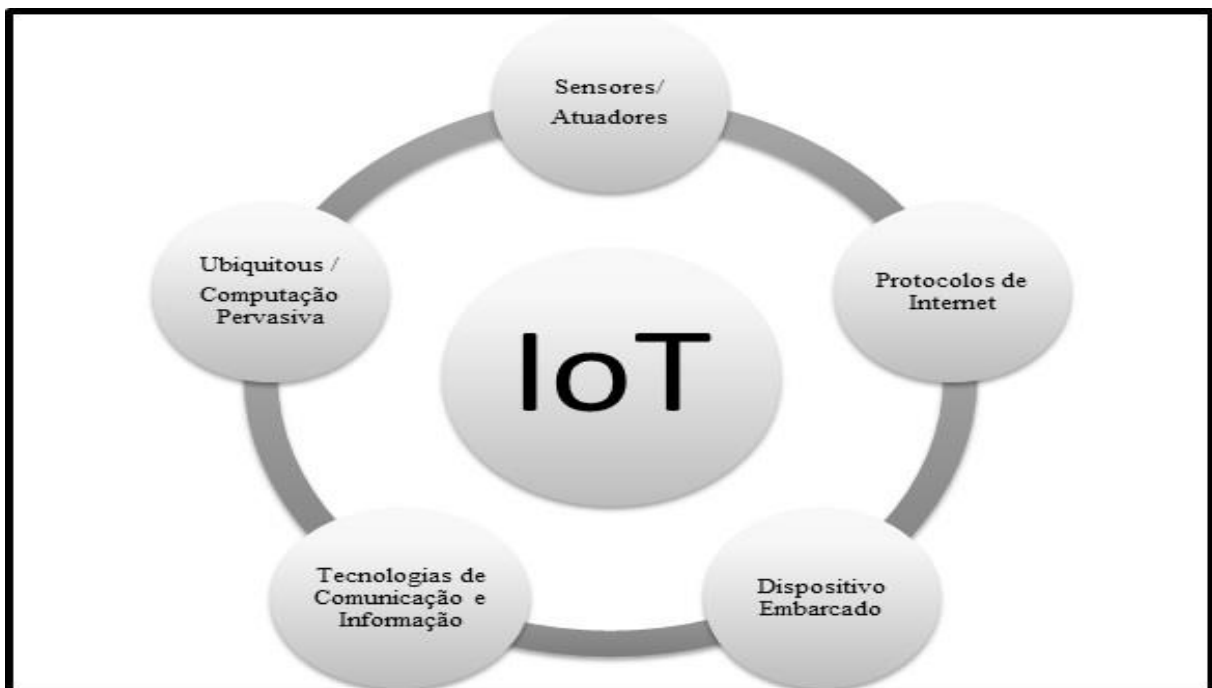
Segundo CHUI (2010), a Internet das Coisas é a rede de objetos físicos ou “coisas” incorporadas em produtos eletrônicos, softwares, sensores e conectividade para habilitar objetos a trocar dados com o fabricante, o operador e/ou outros dispositivos conectados. Normalmente, espera-se que a IoT ofereça conectividade avançada de dispositivos, sistemas e serviços, e vai além da comunicação máquina-máquina (M2M) e abrange uma grande variedade de protocolos, domínios e aplicações.

Já Esteves (2015), refere-se à Internet das Coisas como à criação de uma rede de objetos que possuem tecnologia incorporada, normalmente sensores e

microprocessadores e que conseguem interagir entre eles enviando ou recebendo informação de uma forma interna ou externa. A Internet das Coisas conecta pessoas, processos, dados e coisas para fazer com que as conexões sejam mais pertinentes e valiosas do que nunca: converte a informação em ações que criam novas competências, experiências mais ricas e oportunidades econômicas sem precedentes para as empresas, indivíduos e países.

Pessoa *et al.* (2016), apresentam os conceitos, aplicações, desafios e as futuras tendências da Internet das Coisas (IoT) em sua visão geral. Os autores apresentam boas perspectivas da criação de soluções (produtos e/serviços) que atendam às necessidades do mercado e/ou pessoas. Um exemplo mostrado é o conceito estabelecido por Pandikumar *et al.* (2014), que afirmam que a arquitetura de IoT é uma convergência de várias tecnologias como: Ubiquitous /computação pervasiva, sensores/atuadores, Tecnologias de Comunicação e Informação (ICT) e sistemas embarcados (Figura 04), o que dá à tecnologia uma flexibilidade necessária para adaptar-se às reais demandas do mercado.

Figura 04 – Arquitetura de IoT

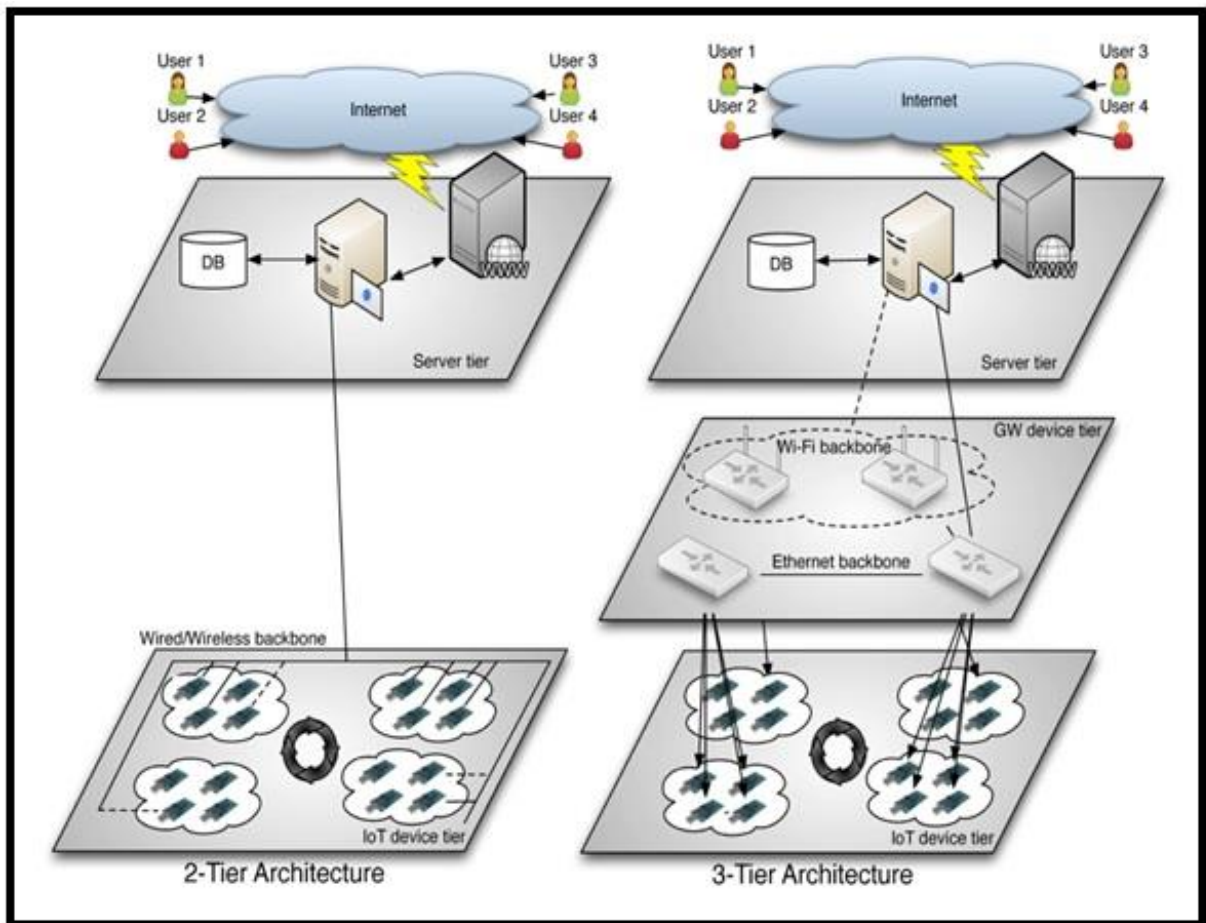


Fonte: Adaptado de Pandikumar *et al.* (2014).

De acordo com Gluhak *et al.* (2014) a arquitetura é uma dimensão-chave de sistemas para IoT, pois determina inerentemente suas propriedades. A estrutura de um sistema refere-se à organização dos componentes de hardware presentes nela e a maioria segue uma estrutura de duas camadas: uma camada de servidor e uma camada de

dispositivo IoT diretamente anexada ou ainda, há uma estrutura de 3 camadas que introduz uma camada de dispositivo GateWay (GW) intermediária (Figura 05).

Figura 05 – Arquitetura de sistema típico de IoT



Fonte: Gluhak *et al.* (2014).

Segundo Gluhak *et al.* (2014), os sistemas maiores exibem tipicamente uma arquitetura de três camadas, na qual um ou até dezenas de dispositivos IoT estão conectados por meio de conexões com fio a um dispositivo GW intermediário. Isso reduz a necessidade de cada dispositivo IoT individual fornecer uma placa de interface de rede possivelmente cara, de modo a permitir comunicações com servidores de teste localizados remotamente. O sistema de três camadas (3-tier) utiliza a camada GW como um utilitário, fornecendo apenas agregação de conectividade e suporte de experimentação passiva.

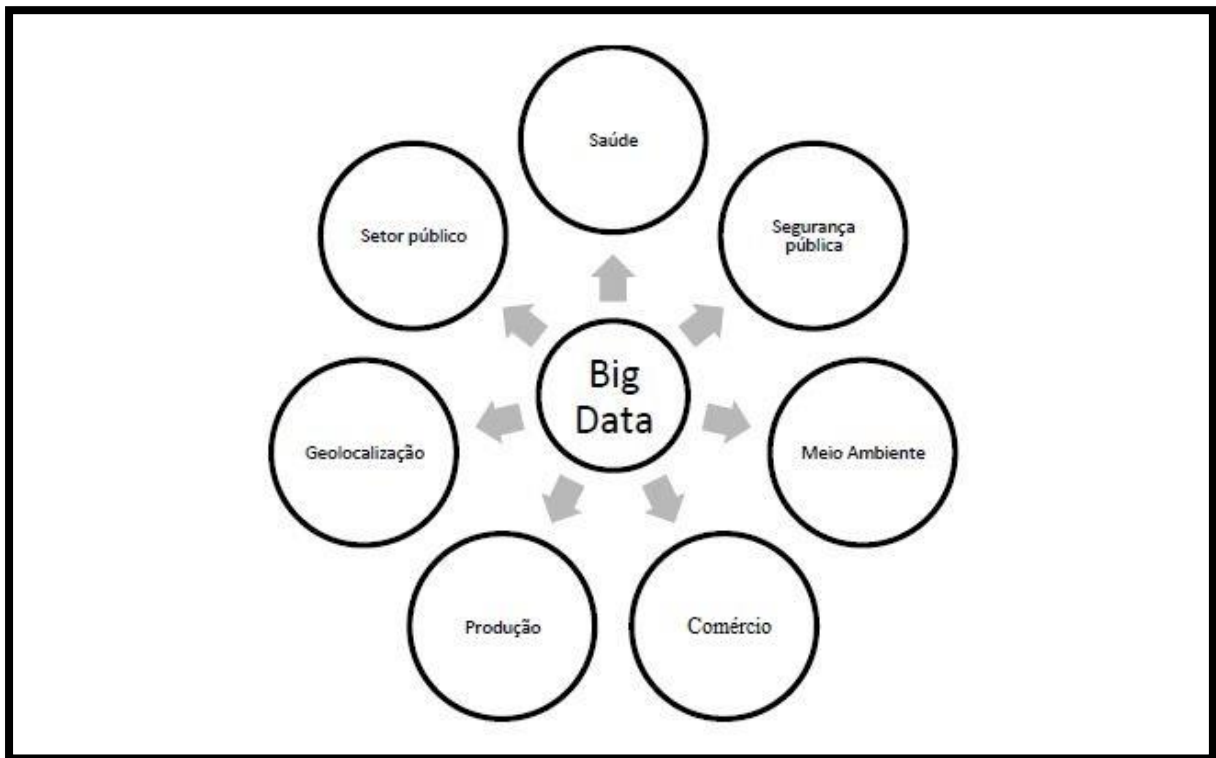
2.5 Big Data

Para Schneider (2012), o *Big Data* “tem o potencial para revolucionar a forma como lidamos com o negócio”.

Segundo M. Chen *et al.* (2014), com a evolução tecnológica, as organizações incidentes nestas áreas de aplicação irão recolher mais dados, o que levará a

continuação do crescimento exponencial do volume de dados. Por conseguinte, o *Big Data* irá ter um enorme impacto na criação de valor para os negócios e consumidores. O *Big Data* tem potencial para desempenhar um papel de extrema relevância em várias áreas de aplicação, conforme demonstrado na figura abaixo:

Figura 06 – Várias áreas de aplicação onde o Big Data pode desempenhar papel fundamental



Fonte: Adaptado de Chandarana & Vijayalakshmi (2014); Sagurigliu & Sinanc (2013).

Segundo Krishnan (2013), o *Big Data* pode ser definido como quantidades de dados disponíveis em vários graus de complexidade, gerados a diferentes velocidades e com vários graus de ambiguidade, que não se adequam a tecnologias, métodos, algoritmos tradicionais ou quaisquer outras soluções pré-configuradas. Ainda segundo o autor, estes dados podem ser provenientes das mais variadas áreas do negócio, existindo ainda vários departamentos dentro de uma organização que são propícios a produzir dados desta natureza, por exemplo marketing e vendas.

Segundo Shneider (2012), três tendências contribuíram para o aparecimento do conceito:

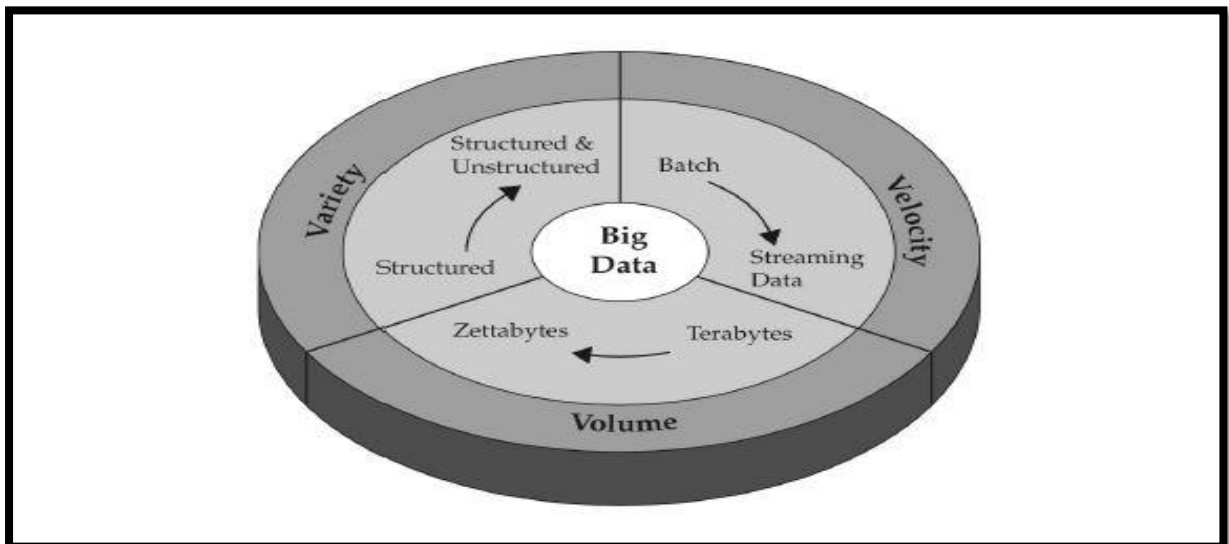
1. Capturar e gerir uma extensa quantidade de dados, estando o volume dos mesmos a duplicar a cada ano e as organizações a armazenarem três ou mais anos de dados históricos, como demonstram vários estudos;

2. Lidar com novos tipos de dados: estudos mostram que 80% dos dados são não estruturados, como mensagens de texto, publicações nas redes sociais, imagens, entre outros;
3. Explorar as duas tendências anteriores como as novas tecnologias, pois grande parte do portfólio aplicativo não consegue acompanhar as necessidades apresentadas pelo volume e variedade dos dados.

Em uma abordagem sobre o modelo dos 3Vs (volume, variedade e velocidade dos dados) Krishnan (2013) afirma que o volume dos dados caracteriza a quantidade de dados gerados continuamente e diferentes tipos de dados possuem tamanhos diferentes. Isto remete para a variedade dos dados, que denota os múltiplos formatos possíveis: estruturados, semiestruturados ou não estruturados, provenientes de pesquisas, redes sociais, e-mail, documento, dados de sensores, páginas *Web*, entre outros (Zikopoulos & Eaton, 2011).

Krishnan (2013) indica que a velocidade consiste no fato de os dados fluírem de forma contínua, com o objetivo de serem adquiridos e processados num espaço de tempo muito curto, para retornarem um conjunto de resultados esperados.

Figura 07 – Modelo 3 Vs



Fonte: Retirado de (Zikopoulos & Eaton, 2011).

Zikopoulos & Eaton (2011) indicam que a principal causa para o aumento progressivo do volume de dados é o fato de nós, nos dias atuais, armazenarmos todos os eventos que ocorrem nas nossas interações com a maioria dos serviços existentes no nosso mundo. O aumento de *smart devices* e sensores juntamente com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) contribui para a variedade de

formato dos dados, cujo seu armazenamento, muitas das vezes, não é adequado em tecnologias de base de dados relacionais. Por outro lado, se a quantidade e variedade de dados que armazenamos evoluiu, o mesmo aconteceu com a velocidade que os geramos e ou processamos.

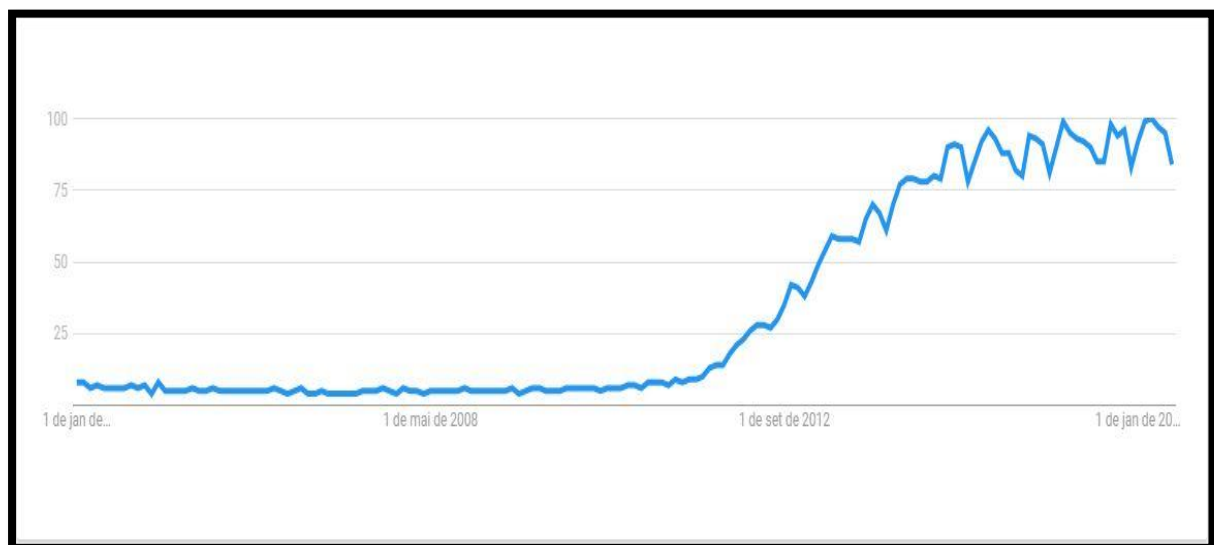
Segundo Krishnan (2013), a promessa do *Big Data* é permitir o acesso a vastos volumes de dados que possam ajudar a retirar grande valor dos mesmos, isto com a mínima intervenção humana e com novas tecnologias de processamento de dados.

Todavia, é conveniente salientar que as soluções de *Big Data* não são um substituto para tecnologias já existentes, como *Data Warehouse*. Para Zikopoulos & Eaton (2011), qualquer pessoa que venha a sugerir o contrário não tem experiência suficiente ou não compreende a dimensão do investimento feito nessas tecnologias tradicionais de suporte à gestão.

Para Zikopoulos & Eaton (2011), deve existir motivação para utilizar soluções *Big Data* quando:

1. Se analisam não somente dados estruturados, mas também semiestruturados e não estruturados, provenientes de variadas fontes;
2. A análise de determinada amostra de dados não se revela tão eficaz quanto a análise de todos os dados ou de uma amostra de maior dimensão;
3. A análise se baseia num processo interativo e exploratório, ao contrário da análise tradicional onde as métricas já se encontram pré-estabelecidas.

Figura 08 – Popularidade do termo *Big Data* (Jan/2004-Jun/2017)



Fonte: Google Trends (2017)

2.6 Inovação e Empreendedorismo

Empreendedorismo não diz respeito apenas à criação de novas empresas. Uma pessoa empreendedora é aquela que busca sempre fazer algo diferente, de maneira constante, criar novas oportunidades, tendo como foco a inovação e a criação de valor.

“O tema do empreendedorismo vem sendo valorizado como base do crescimento econômico e da geração de emprego e renda, havendo estudos que sugerem estarmos vivendo na era do empreendedorismo”. (DORNELAS, 2008).

Pessoas empreendedoras têm o hábito de planejar, criar estratégias e executá-las. Não possuem medo de errar, e quando erram sempre aprendem com os mesmos. Tem como características marcantes saber ouvir e se inspirar em outras pessoas e, sobretudo sabem que o caminho a percorrer é tão importante quanto aonde querem chegar. “Como empreender é imprescindível para inovar, aumentar a produtividade e melhorar os negócios, o “*homo economicus*” cede espaço ao “*homo entrepreneurus*” (BOAVA & MACEDO, 2009).

Segundo Fillion (1991) o empreendedor é uma pessoa criativa, caracterizada pela capacidade de estabelecer e alcançar objetivos. Ele precisa estar constantemente informado a fim de detectar novas oportunidades e, à medida que continua se informando e tomando um conjunto de decisões moderadamente arriscadas, ele estará desempenhando um papel inovador.

Ainda de acordo com Fillion (1991) os empreendedores têm em comum:

Visão: uma imagem, projetada no futuro, da posição a ser ocupada em um mercado por seus produtos, serviços ou projetos, bem como a imagem de uma estrutura organizacional para que o empreendedor possa atingir esta visão.

Rede de relações: é o fator considerado mais importante no desenvolvimento da visão sobre um projeto e se manifesta nos níveis primário (família, amigos íntimos), secundário (que compreende as relações profissionais, sociais, afetivas e ideológicas) e o nível terciário (formado por contatos informais, realizados em viagens, congressos, feiras, etc.).

De acordo com Leonard & Swap (2003) outra característica marcante das pessoas empreendedoras é a criatividade, que pode ser descrita como um processo para se desenvolver ideias novas e que tem grande probabilidade de serem úteis para alguma finalidade. Está diretamente relacionada também com a inovação, pois a criatividade

é um processo que envolve originalidade, adaptabilidade, culminando com a realização de algo novo.

Segundo Leonard & Swap (2003) o processo criativo e a inovação compreendem cinco etapas:

a) Preparação: A criatividade floresce quando o “solo mental” é profundo, rico e bem preparado. O conhecimento e a experiência precedem a manifestação criativa.

b) Oportunidade para inovar: É preciso exercitar a criatividade sistematicamente.

c) Divergências e gerações de opções: As soluções mais criativas são selecionadas de um grande menu de alternativas e, quanto maior o número de opções, mais provável que uma delas seja inovadora.

d) Incubação: No processo criativo é preciso dar tempo para as ideias criativas aflorarem.

e) Convergência e seleção de opções: Ação.

Para Drucker (1985), a inovação é o instrumento específico do espírito empreendedor. É o ato que contempla os recursos com a nova capacidade de criar riqueza.

Mas, é importante salientar que a inovação não tem nenhuma ligação com invenção. A invenção está ligada a criar algo verdadeiramente novo, sem necessariamente ter algum compromisso com o mercado, ao passo que o inventor também não tem compromisso com fins econômicos (NEVES, 2014).

A inovação diz respeito a mudança, fazer algo de uma forma diferente, ou transformar o ambiente mercado onde se está inserido, sem necessariamente ter a preocupação com a criação de algo novo. O inovador também é um empreendedor, e deve ser capaz de utilizar sua criatividade aliada às suas habilidades gerenciais e conhecimento de negócio para identificar novas oportunidades para inovar, levando em conta os desejos e necessidades do mercado (NEVES, 2014).

Portanto a inovação deve ser entendida como a introdução na atividade econômica de novos produtos, serviços ou soluções. A inovação é o instrumento de ação específico dos empreendedores, o meio pelo qual eles exploram a mudança como oportunidade para um negócio ou projeto diferente no mercado” (DRUCKER, 1985). Ainda segundo o autor, o empreendedor precisa “buscar, de forma deliberada, as fontes de inovação e as mudanças que indicam oportunidades para que uma inovação tenha êxito.”

Segundo Neves (2014) a inovação pode ser classificada em duas vertentes:

- **Inovação de produtos e serviços:** focada no desenvolvimento e comercialização de produtos e serviços, fundamentadas em novas tecnologias e vinculada à satisfação de necessidades dos clientes.
- **Inovação de processos:** focada no desenvolvimento de novos meios de fabricação de produtos ou de formas de relacionamento para a prestação de serviços aos clientes.

2.7 Smart Coleira

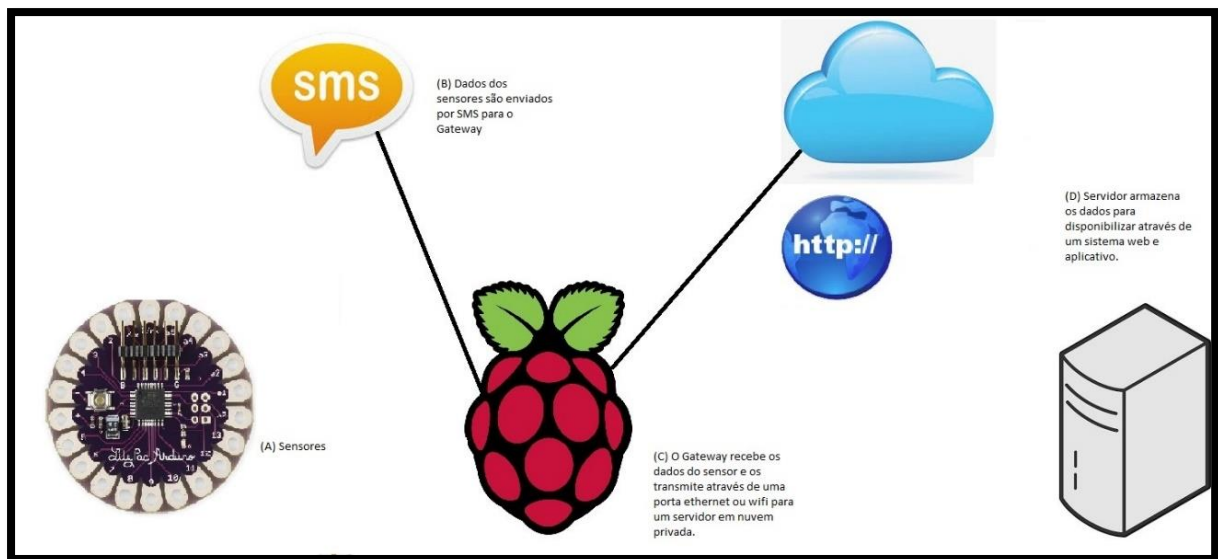
A *Smart* coleira é uma coleira composta por sensores que identificam o estado físico e clínico do animal, sua localização, identificação, e também dados do responsável pelo animal.

É importante salientar que, para esta aplicação, todos os componentes devem ser externos ao corpo do animal, ou seja, não será necessária raspagem e ou aplicação de chip sob sua pele.

Esta dissertação apresenta a proposta da arquitetura de IoT estabelecida para o desenvolvimento da coleira inteligente. A arquitetura é composta por um nó de processamento local, desenvolvido com Arduíno, compondo uma WSN (Rede de sensores sem fio) conectada, através de rede de telecomunicações móvel, a um *gateway*, em uma arquitetura multiponto. Este Gateway conecta-se a Internet, através de uma interface 802.11b ou através da interface *Ethernet* que, utilizando-se de um Serviço Web, provê as funcionalidades e interfaces para monitoração remota dos estados do animal.

É importante salientar que, o modelo a ser proposto também busca deixar uma arquitetura de IoT base para projetos futuros a serem pesquisados pelo grupo Fumec of Things.

A Figura 09 ilustra o funcionamento da coleira inteligente: os dados coletados pelos sensores (A) são enviados por SMS (B) para um *Gateway* (C), que por sua vez alimenta a base de dados em um servidor web (D).

Figura 09 – Arquitetura proposta para a *Smart Coleira*

Fonte: O autor (2016).

Segundo DoD 5000 (1995) a arquitetura é a estrutura de componentes em um programa/sistema, seus inter-relacionamentos e os princípios e diretrizes que controlam o design e a evolução ao longo do tempo. O Quadro 01 apresenta uma arquitetura típica de IoT:

Quadro 01 – Arquitetura típica de IoT

IoT - INTERNET OF THINGS			
Aplicações: Cidades Inteligentes (Ex.: Gerenciamento de recolhimento de resíduos), Computação distribuída em nuvem IoT, Rede de Sensor Semântico, Aplicativos de Cuidados com a Saúde, Soluções de Pagamento Eletrônico, Aplicações de Percepção Social, Big Data processamento NoSQL.			
MIDDLEWARE	SENSORES IoT	DISPOSITIVOS INCORPORADOS: OBJETOS INTELIGENTES	NUVEM IoT: SISTEMAS BACK-END
Semântica Web (Web 2.0 e 3.0 OWL/RD)	Temperatura, Umidade, Movimento Câmera, Poluição - CO, Ruído, Infravermelho	Incorporados do RaspBerry Pi, Arduino, BeagleBone/Ninja Blocks	Nuvem IaaS ou Paas Privada/Pública
REST E WE-SOA/Java-Script	ISO 14443 A/B (Cartão/tag Proximidade) NFC (ISO 18000 Cartão/Tag Vizinhança)	API de Objetos Inteligentes	Nuvens de fonte aberta de Sistemas paralelos e Distribuídos GRID
M2M, Middleware baseado em Agentes MnM.		Serviços de Gateway	

Fonte: Adaptado de Toma e Popa (2014).

Segundo Toma e Popa (2014) a arquitetura de IoT possui Sensores IoT, Nós IoT, Gateways IoT, Nuvem IoT e Middleware IoT:

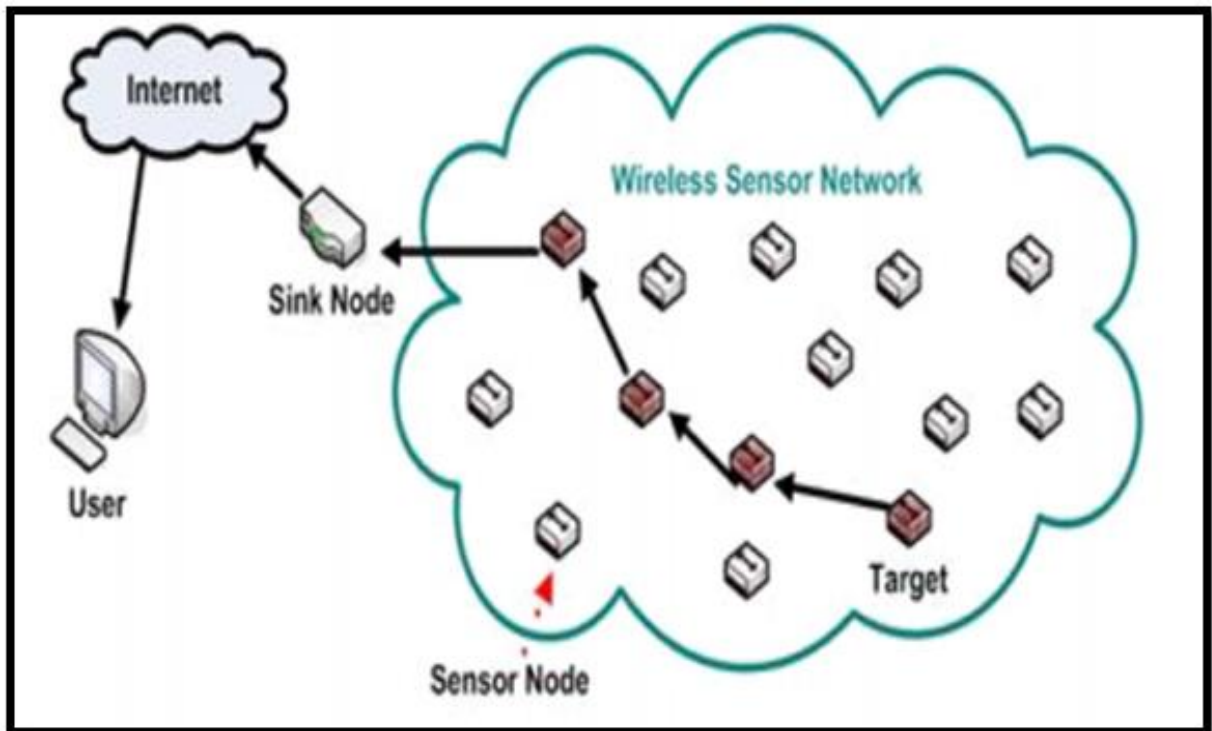
- **Sensores IoT:** são itens utilizados para receber indicadores de dados específicos do ambiente, como umidade, temperatura, imagens, vídeo/multimídia, etc.;
- **Nós IoT:** (Embedded Devices - Smart Objects) - coletam os dados a partir de vários indicadores do sistema utilizando sensores de IoT;
- **Gateways de IoT:** (Embedded Devices - Smart Objects) - processam os dados coletados dos Nós IoT, estabelecem um comportamento de realimentação local e os envia ao sistema de Datacenter, para processá-los com soluções dedicadas para computação Big Data e computação em Nuvem;
- **Nuvem IoT:** Sistema em nuvem como nuvens públicas/privadas ou Open Source para IoT são projetados para fornecer estruturas e API para coleta de dados de gateways e nós IoT para calculá-los em conformidade com a solução de regras lógicas da empresa.
- **Middleware IoT:** Os protocolos de comunicação são usados para ligar os sensores IoT aos Nós e Gateways IoT (protocolos M2M - Machine to Machine) e finalmente conectar os nós/gateways com servidores da nuvem.

2.7.1 Rede de Sensores sem Fio (WSN)

Segundo Ynbiao (2014), *Wireless Sensor Network (WSN)* geralmente pode ser descrita como uma rede de nós que cooperativamente detecta e controla o ambiente, possibilitando a interação entre pessoas ou computadores e o ambiente.

Chauhan (2015), afirma que um esquema de uma rede de sensores sem fio ligados à Internet consiste principalmente por uma unidade de sensoriamento, uma unidade de processamento, uma unidade de transmissão e uma unidade de alimentação (Figura 10).

Figura 10 – Wireless Sensor Network (WSN)



Fonte: Chauhan (2015).

- **Unidade de sensoriamento:** consiste num sensor e conversores digitais que convertem sinais analógicos produzidos pelo sensor ao sinal digital. O sensor converte o fenômeno físico em elétrico;
- **Unidade de processamento:** Constitui de um microprocessador ou microcontrolador que controla os sensores, os protocolos de comunicação e execução e o processamento de algoritmos na coleta dos dados dos sensores;
- **Unidade de transmissão:** Esta coleta a informação da CPU que em seguida transmite para o usuário final no mundo exterior;
- **Unidade de alimentação:** Na rede de sensores sem fio, a principal fonte de energia é a bateria. Logo a unidade de alimentação fornece a alimentação da bateria para os sensores.

2.7.2 Raspberry Pi

O Raspberry Pi é um microcomputador compatível com sistemas operacionais baseados na arquitetura ARMv6¹, e, portanto, qualquer linguagem que possa ser compilada nessa arquitetura pode ser usada para o desenvolvimento de softwares. Em virtude disso, o Raspberry Pi pode ser aplicado a inúmeras finalidades a citar:

¹ Versão 6 da arquitetura de processador de 32 bits usada principalmente em sistemas embarcados

projetos de eletrônica, reprodução de vídeos de alta definição e diversas atividades que o computador convencional executa como planilhas, processamento de textos e jogos (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2014).

Esse computador, que possui o tamanho de um cartão de crédito, foi desenvolvido pela Raspberry Pi, sediada no Reino Unido, com o intuito de ensinar e incentivar as crianças a programarem. E, em função deste propósito, tal dispositivo possui baixos custos para ser adquirido. A figura 11 apresenta a placa de um Raspberry Pi 3 modelo B (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2014).

Figura 11 – Raspberry Pi 3 modelo B



Fonte: Raspberry Pi Foundation (2017).

O Raspberry Pi tem sido utilizado em diversas aplicações de IoT. Vujovic e Maksimovic (2016) propõe usar o Raspberry Pi como nó de uma rede de sensores sem fio e nó de rede de sensor *Web* ressaltando as grandes vantagens que o dispositivo possui para esta aplicação, como tamanho, custo, sistema operacional e outras funcionalidades que serão apresentadas em seguida.

Awasthi *et al.* (2016), também propõe o Raspberry Pi como hardware para um sistema de vigilância doméstica. Xu *et al.* (2016), mostra a utilização do Raspberry Pi como nó de sensor sem fio inteligente de uma arquitetura de redes de sensores sem fio para monitoração de chuva.

2.7.3 Arduino

Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto, baseado em software e hardware fáceis de se utilizar. As placas arduino são capazes de ler entrada - por exemplo a luminosidade em um sensor, dedo em um botão, ou até mesmo uma mensagem no Twitter - transformando esta entrada em uma saída, que pode ser desde a ativação de um motor, ao acendimento de um LED, ou até mesmo em uma publicação online.

Nascido no Ivrea Interaction Design Institute como uma ferramenta de prototipagem rápida, destinada a estudantes sem experiência em eletrônica e computação. Todas as placas Arduino é Open-Source, capacitando os usuários para construí-las de forma independente, podendo eventualmente adapta-as a suas necessidades.

Figura 12 – Arduino Uno



Fonte: Site oficial Arduino (2017).

2.7.4 Ferramentas de Mashup

Segundo Kleinfeld *et al.* (2014), a ferramenta de *mashup* é uma solução que permite aos desenvolvedores combinar fluxos de dados e, em seguida, visualizar esses dados através da *Web* ou qualquer aplicativo móvel. Geralmente os mashups são aplicativos da *Web* que podem ser criados rapidamente utilizando serviços *Web* padrão (por exemplo, REST) e componentes (por exemplo Widgets). Pode-se mencionar o Node-

RED, Clickscript, Open Sen.se, Wotkit e o Poraimpu, como ferramenta de *mashup Web*.

De acordo com Blackstock e Lea (2015) para proporcionar mais flexibilidade, mantendo a facilidade de uso, várias plataformas fornecem um fluxo de dados de programação. O Node-RED, por exemplo, tem uma abordagem na criação de *mashups Web*, conectando blocos de construção.

Kleinfeld *et al.* (2014) afirmam que geralmente os dispositivos, plataformas de software e serviços da Web são blocos que devem ser conectados. Assim como, outros blocos podem ser colocados entre esses componentes para representar funções de software que transformam os dados em trânsito. Os fluxos são representados em *JavaScript Object Notation* (JSON) e podem ser facilmente exportados para a área de transferência para serem importados para o Node-RED ou compartilhados online.

2.7.5 Gateway IoT

Conforme afirmado por Rouse (2016) constitui de um nó de rede, que por sua vez, conecta duas redes que utilizam protocolos diferentes: e geralmente possui conexão com a Internet.

Marimoto (2005), afirma que um Gateway permite a passagem de dados entre computadores, tablets, e qualquer dispositivo que esteja conectado, estando “fisicamente localizado” entre duas extremidades das redes. É possível a instalação de serviços que forneçam segurança ao usuário como um Firewall, que auxilia na proteção contra-ataques e invasões de hackers que possam tentar roubar suas informações e dados.

De acordo com Martinez (2016), podemos dividir os Gateways em dois tipos: gateways conversores de meio e gateways tradutores de protocolos. O primeiro tipo é bem simples e muito utilizado em inter-redes que oferecem o serviço de encaminhamento de datagrama e funcionam basicamente recebendo um pacote de nível inferior, tratando o cabeçalho inter-redes do pacote, descobrindo o roteamento necessário, constroi um novo cabeçalho inter-redes quando necessário, e por fim envia este novo pacote ao próximo destino. O segundo é mais complexo, sendo muito utilizado em inter-redes que utilizam circuitos virtuais passo a passo e atuam traduzindo as mensagens de uma rede, em mensagens de outra rede, com a mesma semântica de protocolo.

Segundo Folkens (2016) a função dos gateways de comunicação é unir os dispositivos à Internet fornecendo acesso a recursos de processamento compartilhados.

De acordo com Martinez (2016) os gateways são utilizados:

- Para permitir que usuários em locais remotos possam acessar diferentes sistemas de destino (por exemplo, um sistema de computador em uma rede local);
- Fornecem conectividade entre sistemas remotos (por exemplo, computadores pessoais) em lugares remotos com os sistemas alvo de interesse para permitir aplicações de rede diferentes;
- Funcionam como a interface entre os protocolos de rede local e protocolos de WAN, como TCP/IP na Internet;
- Um gateway também pode gerenciar seus dispositivos cliente, agregando dados e executando tarefas afim;
- Fornece comunicação mútua através da realização de conversão de protocolo de comunicação entre a rede de comunicação pública e a rede de comunicação privada;
- É utilizado na conversão mútua de protocolos entre LANs (*Local Área Network*), no caso de redes privadas;

Alguns autores como Cervo *et al.* (2016), Monir (2016), utiliza o gateway em uma arquitetura centralizada para controle de acesso. A função dele é enviar a solicitação de conexão juntamente com a lista de sensores disponíveis para a nuvem. Em seguida ele recebe o pedido da nuvem e envia a mensagem para o nó de IoT, ele recebe a mensagem do nó e imediatamente envia de volta para a nuvem.

2.7.6 Rede UMTS

A convergência das tecnologias de informação e comunicação tornou possível o desenvolvimento de aplicações e transmissão de dados (as telecomunicações) com a função de transmitir as informações para a rede. A rede UMTS - *Universal Mobile Telecommunication System* - foi adotado para designar o padrão da 3ª Geração estabelecido como evolução da tecnologia móvel digital GSM/GPRS (dahlman, 1998).

Segundo Pilon (2009), a tecnologia criou a esperada comunicação por pacotes sobre a rede de telefonia celular para o envio e recepção de dados, permitindo com isso que a rede de telefonia celular possa ser integrada à Internet. Devido ao crescimento do segmento de M2M e telemetria, os serviços ofertados pelas operadoras de telefonia

deixaram de ser apenas de voz. Dahlman (1998), acrescenta a capacidade das aplicações multimídias em serem orientadas por pacotes, ou seja, a rede UMTS possui uma perspectiva de rede que implica a adição de comunicação de pacotes, acesso à Internet, e capacidades de conectividade IP. Os recursos de comutação de pacote (IP) são adicionados para fornecer um núcleo multimídia móvel através da evolução das redes de telefonia móvel existentes.

A utilização do modem permite ainda acesso a outros serviços da rede de telefonia celular, sendo de interesse especial o sistema de mensagens curtas SMS (*Short Message Service*) que é usado na notificação de informações.

2.7.7 Short Message Service – SMS

Segundo Silva (2012), o SMS é oferecido para toda a rede UMTS, permitindo o envio e recebimento de mensagens. As informações enviadas através do SMS são classificadas de acordo com o formato de envio. O texto mais simples possível, que poderiam ser, por exemplo, SMS de controle, necessita somente escrever diretamente os caracteres que serão enviados. Uma aplicação SMS desenvolvida no Arduino utiliza comando AT² que são incorporados a biblioteca do Arduino, permitindo a comunicação com o Modem UMTS desenvolvido para o Arduino de acordo com as especificações do fabricante.

2.7.8 Computação na Nuvem – Servidor Web

Segundo Marini (2012) Web Services podem ser descritos da seguinte forma:

“São aplicações que aceitam solicitações de outros sistemas através da Internet. Web Services são interfaces acessíveis de rede, para as funcionalidades da aplicação, que utilizam em sua construção tecnologias padrões da Internet.” (MARINI, 2012).

A computação na nuvem é uma tendência recente de tecnologia, com o objetivo de fornecer serviços de Tecnologia da Informação (TI) sob demanda, com o pagamento sendo feito baseado no custo. A computação na nuvem está se tornando uma das palavras chaves da indústria de TI, onde a nuvem é uma metáfora para a Internet ou infraestrutura de comunicação entre os componentes arquiteturais, baseada em uma abstração que oculta à complexidade de infraestrutura. Cada parte desta infraestrutura é provida como um serviço e, estes são normalmente alocados em

² Conjunto de comandos que consistem numa série de cadeias curtas de texto que podem ser combinadas para produzir comandos para operações como marcar, desligar e alterar os parâmetros da ligação

centros de dados, utilizando hardware compartilhado para computação e armazenamento. (BUYAYA *et.al*, 2009b)

A estrutura do ambiente de computação na nuvem normalmente é composta por umas centenas ou milhares de máquinas físicas ou nós físicos de baixo custo, conectados por meio de uma rede. Cada máquina física tem a mesma configuração de software, porém pode ter variações na capacidade de hardware, especialmente tratando de CPU, memória e armazenamento em disco. (SOROR *et.al*, 2010)

A computação na nuvem é uma evolução dos serviços e produtos da tecnologia da informação sob demanda, também conhecida como *Utility Computing* (BRANTNER *et. al*, 2008). Portanto, o objetivo da *Utility Computing* é fornecer componentes básicos como armazenamento, processamento e largura de banda de uma rede como “mercadoria” através de provedores especializados com baixo custo por unidade utilizada. Desta forma, usuários da *Utility Computing* não precisam se preocupar com escalabilidade, pois a capacidade de armazenamento oferecida é praticamente infinita. Os usuários podem ler e gravar dados a qualquer tempo, sem nunca serem bloqueados; os tempos de resposta são quase constantes e não dependem do número de usuários simultâneos, do tamanho do banco de dados ou de qualquer parâmetro de sistema. Tão pouco precisam se preocupar com backups, pois em caso de falhas o provedor é responsável por tornar os dados disponíveis em tempo hábil por meio de réplicas (BRANTNER *et.al*, 2008).

2.7.9 Soluções para Gerenciamento de Rede de Sensores e Tratamento de Dados

Segundo Toma e Popa (2014) o papel do gateway IoT é de processar os dados coletados dos nós IoT, estabelecer um comportamento de realimentação local e os enviar ao sistema de Data Center/Nuvem para processá-los com soluções dedicadas. Os poderosos dados que exploramos precisam ser armazenados e processados em algum lugar, e é aqui que as plataformas de IoT são necessárias.

Segundo Hausenblas (2015) uma plataforma de dados precisa processar dados de dispositivos de IoT de forma confiável e em escala deve atender aos seguintes requisitos:

- **Suporte de dados brutos nativos:** Tanto em termos de ingestão de dados e processamento, a plataforma deve ser capaz de lidar nativamente com dados IoT. Algumas plataformas tornam possível aterrar os dados de entrada em seu formato

bruto (JSON, arquivos de log, etc.) e - para fins de otimização - converter dados *downstream* para formatos mais sofisticados.

- **Suporte para uma variedade de tipos de carga de trabalho:** As aplicações de IoT geralmente requerem que a plataforma possa suportar nativamente o processamento de fluxo e que possa lidar com consultas de baixa latência contra itens de dados semiestruturados, em escala.
- **Continuidade do negócio:** As aplicações comerciais de IoT geralmente vêm com SLA's em termos de métricas de disponibilidade, latência e recuperação de desastres (Objetivo de Ponto de Recuperação/Objetivo de Tempo de Recuperação). Assim, a plataforma deve ser capaz de garantir estes SLAs, de forma integral. Isto é especialmente crítico no contexto de aplicações IoT em domínios como os cuidados de saúde, onde a vida das pessoas está envolvida.
- **Segurança e Privacidade:** A plataforma deve garantir uma operação ponta a ponta segura, incluindo a integração com sistemas de autenticação e autorização existentes na empresa. Por último, mas não menos importante, a privacidade do usuário deve ser garantida pela plataforma, desde o suporte à proveniência de dados, até a criptografia e o mascaramento de dados.

Com a conclusão do Referencial Teórico seguimos para a metodologia, onde estão explicitadas as etapas necessárias para eleger os componentes da *Smart Coleira*. Também será abordado a *survey* e o roteiro de entrevistas, que auxiliaram na definição das funcionalidades da coleira, além da lista de componentes necessários para a prototipação do dispositivo.

3 METODOLOGIA

Para Fonseca (2002), *methodos* significa organização, e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação; ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica.

A escolha da metodologia torna-se fundamental no direcionamento de uma pesquisa.

Neste trabalho, utilizou-se da análise de estudo de mercado, que segundo Gil (1994) é um método indicado para estudos em que se trabalha com um caso específico considerado típico ou ideal para explicar uma situação, que permite tratar um problema com maior profundidade e possibilita maior integração dos dados. Além de ser útil em fase de investigação, busca ampliar o conhecimento a respeito de certo tema - que neste caso será uma aplicação para Internet das Coisas.

Essa dissertação propõe eleger os componentes de uma aplicação, baseada em IoT, chamada de *Smart Coleira*, onde as funcionalidades a serem implementadas serão elegidas em pesquisa de mercado através de uma *survey*.

Quanto a abordagem referente a aplicação *Smart Coleira*, foram utilizados dois tipos de abordagens: Quantitativa e Qualitativa. Segundo Becker *et al.* (2004) a pesquisa quantitativa, tem suas raízes no pensamento lógico, ela tenta enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos que podem mensurar da experiência humana. Por outro lado, a pesquisa qualitativa tende a salientar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, para apreender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno.

No âmbito quantitativo optou-se por realizar uma pesquisa de mercado por meio de uma *survey*. A pesquisa *survey* pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário (Tanur apud Pinsonnealt & Kraemer, 1993).

Para eleger os componentes da *Smart Coleira*, este trabalho foi dividido em três partes distintas:

1º etapa: Elaboração, aplicação e análise de questionário afim de entender as demandas do mercado consumidor, e comerciantes da área.

Nesta etapa foram elaborados dois questionários:

- O primeiro foi um questionário online (Apêndice A), visando conhecer o interesse de donos de animais domésticos em relação ao produto *Smart Coleira*, e qual é o comportamento em relação a compra de produtos para seus animais de estimação.
- O segundo foi um roteiro de entrevistas (Apêndice B), onde foram entrevistados Pet Shops e Clínicas veterinárias na região metropolitana de Belo Horizonte, para conhecer os serviços que estas empresas oferecem a seus clientes e o interesse em oferecer soluções inovadoras para os mesmos. A partir desta amostra, foi possível obter informações importantes que possibilitaram a elaboração do estudo - para posterior desenvolvimento do produto.

Segundo Cervo *et al.* (2007) o questionário é a forma mais usada para coletar dados, pois possibilita medir com mais exatidão o que se deseja. Em geral, a palavra questionário refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche.

O questionário poderá ser enviado pelo correio, entregue ao correspondente ou aplicado por elementos preparados e selecionados. Nesse caso, pode ser aplicado simultaneamente, a um maior número de indivíduos (GOODE; HATT, 1977, P. 227)

“Todo questionário deve ter natureza impessoal para assegurar uniformidade na avaliação de uma situação para outra. Possui a vantagem de os respondentes se sentirem mais confiantes, dado o anonimato, o que possibilita coletar informações e respostas mais reais (o que pode não acontecer na entrevista). Deve, ainda, ser limitado em sua extensão e finalidade.” (CERVO, BERVIAN, & SILVA, 2007).

Na etapa do questionário foram obtidas 134 (cento e trinta e quatro) respostas válidas.

Posteriormente, foi feito um roteiro de entrevistas, onde foram entrevistados 8 (oito) Pet Shops/Clínicas Veterinárias na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, visando conhecer os serviços que as essas empresas podem oferecer a seus clientes e o interesse em oferecer soluções inovadoras a seus clientes. A partir desta amostra foi possível obter informações importantes que possibilitaram a elaboração do estudo.

Segundo Cervo *et al.* (2007) a entrevista não é uma simples conversa. É uma conversa orientada para um objetivo definido: recolher, por meio do interrogatório do

informante, dados para a pesquisa. Devem-se adotar os seguintes critérios para o preparo e realização da entrevista:

- Planejar a entrevista, delineando cuidadosamente o objetivo a ser alcançado;
- Obter, sempre que possível, algum conhecimento prévio acerca do entrevistado;
- Marcar com antecedência o local e horário da entrevista; qualquer transtorno poderá comprometer os resultados da pesquisa;
- Escolher o entrevistado de acordo com a sua familiaridade ou autoridade em relação ao assunto escolhido;
- Fazer uma lista das questões, destacando as mais importantes;
- Assegurar um número suficiente de entrevistados, o que dependerá da viabilidade da informação a ser obtida;

Segundo Cervo (2002) recorre-se a entrevista quando não há fontes mais seguras para as informações desejadas ou quando se quiser completar dados extraídos de outras fontes. A entrevista possibilita registrar, além disso, observações sobre a aparência, sobre o comportamento e sobre as atitudes do entrevistado. Daí sua vantagem sobre o questionário.

A análise quantitativa, por conseguinte, teve como objetivo verificar, de um lado a aceitação do uso de uma Coleira (*Smart*) nos Pet Shops/Clínicas Veterinárias, para fornecerem serviços a seus clientes, e por outro lado conhecer o interesse dos donos de animais domésticos (sobre os aspectos da funcionalidade, custo) na aquisição de um produto inovador. Após a coleta os dados foram cruzados, analisados e apresentados os resultados obtidos.

2º etapa: Análise de referencial teórico

Segundo Marion et al. (2002), o referencial teórico deve conter um apanhado do que existe de mais atual na abordagem do tema escolhido, mesmo que as teorias atuais não façam parte de suas escolhas. Logo, foram analisados artigos técnicos em revistas renomadas de áreas como: Future Generation Computer Systems; Journal of Sensors; Computer Networks; Eletronics - Open Access Journal; Pervasive and Mobile Computing; International Journal of Engineering and Technical Research; Research Gate; IEEE Communications Magazine, Insitute of Electrical and Eletronics Engineers.

3º etapa: Pesquisa e definição de hardware apropriado para o projeto

Após a análise dos questionários e dos requisitos do sistema levantados, deu-se início a pesquisa dos componentes para a confecção do primeiro protótipo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para os donos de animais domésticos o questionário foi aplicado via Internet e para clínicas veterinárias e pet shops foi feita uma entrevista no local com os gerentes dos estabelecimentos.

O Quadro 02 apresenta as aplicações sugeridas no questionário para a *Smart Coleira*:

Quadro 02 – Aplicações sugeridas no questionário para a *Smart Coleira*

APLICAÇÕES SUGERIDAS
Monitoramento GPS (Global Position System)
Identificação do animal, do dono e Pet Shop
Monitoramento da temperatura e batimentos cardíacos do animal
Cartão de vacina
Lembrete para tosa, vacina e consultas ao veterinário
Pet Shops mais próximos
Alerta para enfermidades momentâneas ocorridas na Cidade (Ex.: leishmaniose, raiva, etc.)

Fonte: O autor (2016).

Também foi aberto espaço para que os entrevistados pudessem opinar e sugerir funcionalidades ao produto. Além disso, outros questionamentos também foram realizados a fim de obter uma análise qualitativa da proposta da aplicação:

- Custo médio do consumidor com produtos para animais de estimação;
- Grau de envolvimento emocional dos donos com os seus animais;
- A carência de inovações no mercado de animais domésticos;
- Qual o perfil dos donos de animais domésticos em relação às novas tecnologias (conservador ou antenado a tecnologias e tendências);
- O interesse do consumidor em adquirir uma aplicação como esta: e qual valor máximo seria investido.

Após apuração dos dados, foi verificado que o produto possui uma boa aceitação por parte do mercado, com uma demanda considerável pelo cliente. Todas as aplicações sugeridas foram aceitas, apesar de possuírem pontos de vista diferentes. Das sugestões dos usuários, destaca-se manual de doenças e prevenções e também prontuário médico. Logo, após apuração destas informações foram definidas as funcionalidades aplicadas a coleira, conforme o quadro abaixo:

Quadro 03 – Aplicações estabelecidas no questionário para a *Smart Coleira*

APLICAÇÕES ESTABELECIDAS
Monitoramento GPS (Global Position System)
Identificação do animal, do dono e Pet Shop
Monitoramento da temperatura e batimentos cardíacos do animal
Cartão de vacina
Lembrete para tosa, vacina e consultas ao veterinário
Pet Shops mais próximos
Alerta para enfermidades momentâneas ocorridas na Cidade (Ex.: leishmaniose, raiva, etc.)
Manual de doenças e prevenções
Prontuário médico

Fonte: O autor (2016).

Os resultados obtidos com a pesquisa foram:

- Produto possui aceitação por parte do mercado e possui demanda pelo cliente;
- Todas as aplicações sugeridas foram aceitas, apesar de possuírem pontos de vista diferentes;
- Através da pesquisa ficou comprovado que o mercado carece de inovação na área;
- A maioria do público pesquisado desconhece um produto similar, tanto os Pets como os clientes;
- O armazenamento de dados é realizado por diversos meios e não segue um padrão;
- A maioria do público pesquisado possui animal de estimação;
- Das sugestões de aplicação destacam-se o Manual de Doenças e Prevenções e o Prontuário Médico;
- O custo médio com itens essenciais é de R\$ 214,00;
- O custo médio com itens não essenciais é de R\$ 150,00.

4.1 Smart Coleira – Componentes específicos para a Aplicação

Observando o modelo de arquitetura de IoT proposto por Toma e Popa (2014), onde a mesma possui: Sensores IoT, Nós IoT, Gateways IoT, nuvem IoT e middleware IoT, esta dissertação de mestrado propõe o desenvolvimento de uma arquitetura genérica capaz de suportar, entre outras aplicações a de uma coleira inteligente apresentada por Pessoa *et al* (2016) visando as necessidades de atendimento a animais domésticos.

De forma generalista, pode-se observar no Quadro 04 a arquitetura estabelecida para a aplicação da coleira inteligente, baseada na arquitetura típica de IoT.

Quadro 04 – Arquitetura utilizada na *Smart Coleira*, baseado na arquitetura típica de IoT

ARQUITETURA COLEIRA INTELIGENTE			
MIDDLEWARE	SENSORES IoT	DISPOSITIVOS INCORPORADOS: OBJETOS INTELIGENTES	NUVEM IoT: SISTEMAS BACK-END
Semântica Web (Web 2.0 e 3.0 OWL/RD)	Temperatura, Umidade, Movimento, Aceleração, Localização, Frequência Cardíaca	Incorporados: RaspBerry Pi e Arduino	Nuvem Privada
REST e Java Script	TS 22.142 (Value Added Services (VAS) for short Message Services (SMS) requirements)	SMS API	Nuvens de fonte aberta de Sistemas Paralelos e Distribuídos GRID
M2M		Serviços de Gateway	

Fonte: O autor (2016).

Os “sensores” integram a coleira inteligente juntamente com um dispositivo de processamento e comunicação (Arduino) que se comunica por meio da interface de comunicação móvel celular com o Raspberry Pi, exercendo função de gateway IoT. O Gateway IoT se comunica com o servidor inicialmente por meio da interface USB, utilizando um Modem 802.11b, ou, de forma alternativa, através de interface Ethernet.

4.1.1 Desenvolvimento do Gateway IoT

Segundo Rouse (2016), um Gateway é constituído por um nó de rede, que por sua vez, conecta duas redes que utilizam protocolos diferentes, e geralmente possui

conexão com a Internet. Desta forma, foi definido para a Smart Coleira o Raspberry Pi modelo B como placa para o protótipo do Gateway IoT.

Os critérios para esta escolha foram baseados nos estudos de Vujovic e Maksimovic (2016) no artigo “*Raspberry Pi as a Wireless Sensor node: Performances and constraints*”, conforme apresentado a seguir:

- **Tamanho e custo:** Segundo Vujovic e Maksimovic (2016) o tamanho físico e o custo têm um impacto significativo e direto sobre a facilidade e custo de implantação de uma rede de sensores. Os valores apresentados na Tabela 01 mostram a comparação entre componentes avaliados para o projeto da Smart Coleira.

Tabela 01 – Comparação entre peso, tamanho e custo

NOME	TAMANHO (MM)	PESO (G)	CUSTO POR UNIDADE (U\$)
Raspberry Pi	85,6* 53,98* 17	45	25 - 35
MicaZ	58* 32* 7	18	99
TelosB	65* 31* 6	23	99
Iris	58* 32* 7	18	115
Cricket	58* 32* 7	18	225
Lotus	76* 34* 7	18	300

Fonte: Adaptado de Vujovic e Maksimovic (2016).

- **Consumo de Energia e Capacidade de Memória:** Vujovic e Maksimovic (2016) afirmam que para atender aos requisitos os nós de sensores devem ser de baixo consumo de energia. Os valores apresentados na Tabela 02 comparam vários módulos, especificamente CPU.

Tabela 02 – Comparação entre CPU e Memória.

NOME	PROCESSADOR	RAM	MEMÓRIA EXTERNA
Raspberry Pi	ARM BCM2835	245 a 512M	2 a 64 G
MicaZ	ATMEGA128	4k	128k
TelosB	TI MSP430	10k	48k
Iris	ATMEGA1281	8k	128k
Cricket	ATMEL128L	4k	512k
Lotus	ARM NXP LPC1758	64k	512k

Fonte: Adaptado de Vujovic e Maksimovic (2016).

- **Flexibilidade:** De acordo com Vujovic e Maksimovic (2016) devido a ampla gama de uso da arquitetura WSN, ela deve ser flexível e adaptável, pois cada cenário de aplicação exige uma mistura ligeiramente diferente de tempo de vida, taxa de amostragem, tempo de resposta e processamento na rede.
- **Comunicação:** Segundo Vujovic e Maksimovic (2016) maiores taxas de comunicação significam menor tempo de transmissão e menor consumo de energia da rede. No entanto, um aumento na taxa de bits de rádio é frequentemente acompanhado por um aumento no consumo na potência de rádio. Desta forma, tendem a se anularem as diferenças no consumo de energia, mas, uma maior taxa de bits de transmissão resultará em melhor desempenho na comunicação.

As vantagens do Raspberry Pi é que ele possui uma interface Ethernet para comunicar com outros dispositivos por meio da Internet, além de quatro interfaces USB 2.0, na qual pode-se conectar qualquer adaptador WiFi e/ou modem (2G/3G/4G), por exemplo.

Após a escolha do Raspberry Pi modelo B 3.0 para Gateway da Smart Coleira, o próximo passo foi definir a ferramenta de mashup. O protótipo do Gateway pode ser observado na figura abaixo.

Figura 13 – Protótipo do Gateway IoT – *Smart Coleira*



Fonte: O autor (2017).

4.1.2 Definição de ferramenta de *Mashup*

Segundo Prehofer e Chiarabini (2014), as ferramentas *mashup* normalmente fornecem um editor gráfico para a composição de serviços de uma aplicação e este modela o fluxo de mensagens entre os componentes. Os componentes podem ser

nós de sensores, processamento ou agregação, bem como serviços externos baseados na *Web*. Assim, ferramentas de *mashup* podem ser vistas como formas específicas de programação.

Para a Smart Coleira, foram avaliadas 3 ferramentas de *mashup*: Nimbits, Paraimpu e Node-RED. O Quadro 05 apresenta um comparativo entre as ferramentas segundo análise de Kleinfeld *et al.* (2014) e Carboni *et al.* (2014).

Quadro 05 – Comparativo das ferramentas de mashup

FERRAMENTA	RESUMO	PRÓS	CONTRAS
Nimbits	É uma plataforma Open Source de Internet das Coisas executada em uma nuvem distribuída. Fornece uma coleção de componentes de software projetados para registrar dados de séries temporais de sensores.	Código aberto. É executado no Google App Engine e pode ser executado em Raspberry Pi.	Não é adequada para o usuário final. Difícil de entender como a plataforma poderia ser estendida.
Paraimpu	É uma ferramenta social para conectar dispositivos físicos e virtuais, compondo e interligando-os e compartilhando dados e objetos publicados na web social.	Um bom equilíbrio entre simplicidade de utilização e flexibilidade, capacidade social e sensores / atuadores; Bom suporte do Arduino.	Fonte fechada e nível básico de API.
Node-RED	É uma ferramenta visual, orientada para o fluxo de trabalho, baseada em navegador para a Internet das Coisas. Escrito em node.js (JavaScript), ele permite conectar vários serviços / dispositivos e implantá-los e é lançado sob a Licença Apache 2.0.	É fácil compor e implantar fluxos de trabalho incluindo serviços e dispositivos na Internet. É extensível, por isso é possível adicionar novos elementos e nós suportados em fluxos de trabalho e aplicações. É open-source baseado em Node.js, e framework baseado em eventos.	Talvez não tão adequado para o usuário final; Alguns detalhes de configuração não são fáceis de entender para pessoas não qualificadas.

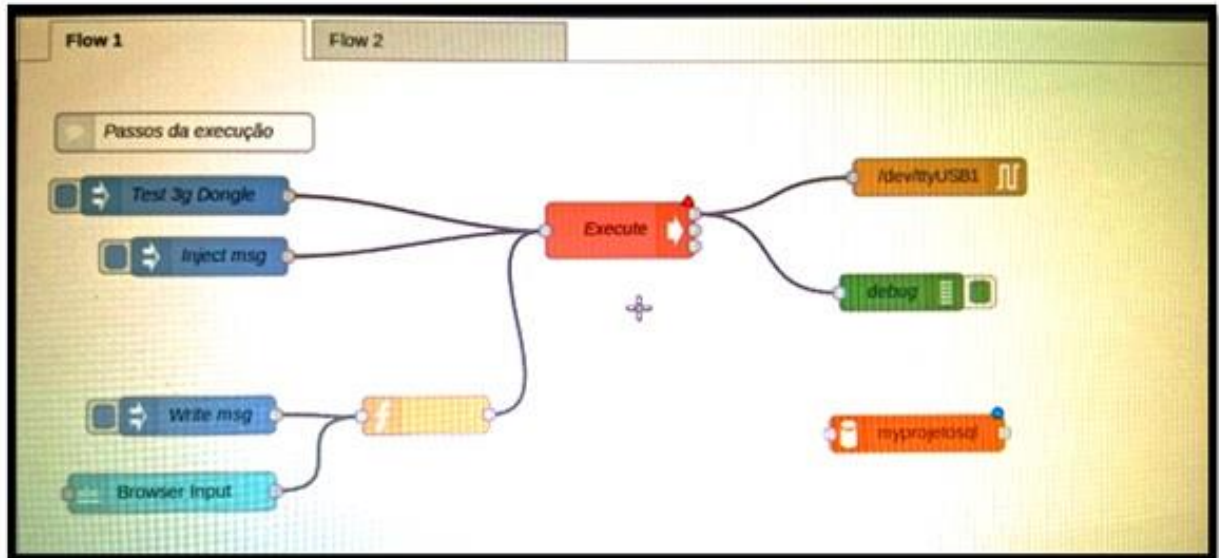
Fonte: Adaptado de Kleinfeld *et al.* (2014) e Carboni *et al.* (2014).

Segundo a análise feita por Kleinfeld *et al.* (2014), todas essas soluções são perfeitamente válidas para o seu domínio de aplicações específicas. Mas, analisando os prós e contras abordados, o Node-RED foi identificado como a ferramenta mais promissora para a agregação de fluxos de dados visuais. Visto que ele é fácil de usar, possui fonte aberta e predefine ações dos nós, dispositivos e *Web Services*. O Nimbits também apresenta funcionalidades equivalentes, mas, em um primeiro momento, o

Node-RED foi escolhido principalmente pelo fato de estar no pacote de aplicativos do Raspbian - sistema operacional adotado para o projeto.

A Figura 14 apresenta parte dos módulos que compõem a solução do Gateway IoT, realizada por meio da ferramenta Node-RED.

Figura 14 – Módulos desenvolvidos no Node-RED



Fonte: O autor (2017).

4.1.3 Definição de Sistema Operacional

O Sistema Operacional escolhido para o projeto é o Raspbian. Sua escolha foi baseada nos critérios abordados por Vujovic e Maksimovic (2016):

- O Raspbian tem um ambiente de desktop semelhante ao Windows e Mac OS chamado Lightweight X11 Desktop (LXDE), fornecendo uma transição para aqueles que não estão familiarizados com comandos Linux;
- Vem pré-instalado com software útil para escrever códigos, o que otimiza os procedimentos;
- Existe um amplo apoio da comunidade para o sistema operacional.

Foram analisados outros sistemas operacionais, tais como o Ubuntu e o OSMC. Porém, conforme Garret (2015), o Ubuntu é mais indicado para a aplicação em que se pretende utilizar o Raspberry Pi em um computador, e o OSMC é mais indicado para utilizar o Raspberry Pi como Media Center. Portanto, não são tão indicados para aplicação em um Gateway IoT.

Outro fator determinante em favor do Raspbian é o fato de o mesmo ser o sistema operacional oficial adotado pela Raspberry Foundation, segundo Junior (2016), além de possuir softwares como Node-RED nativos.

4.1.4 Interfaces e protocolos de Comunicação

Para a *Smart Coleira*, o Gateway possuirá necessariamente duas interfaces de comunicação: Interface móvel celular para comunicação com a coleira, e uma interface Ethernet (de forma alternativa concomitante com a necessidade, 802.11b) para a comunicação com o *Web Service*.

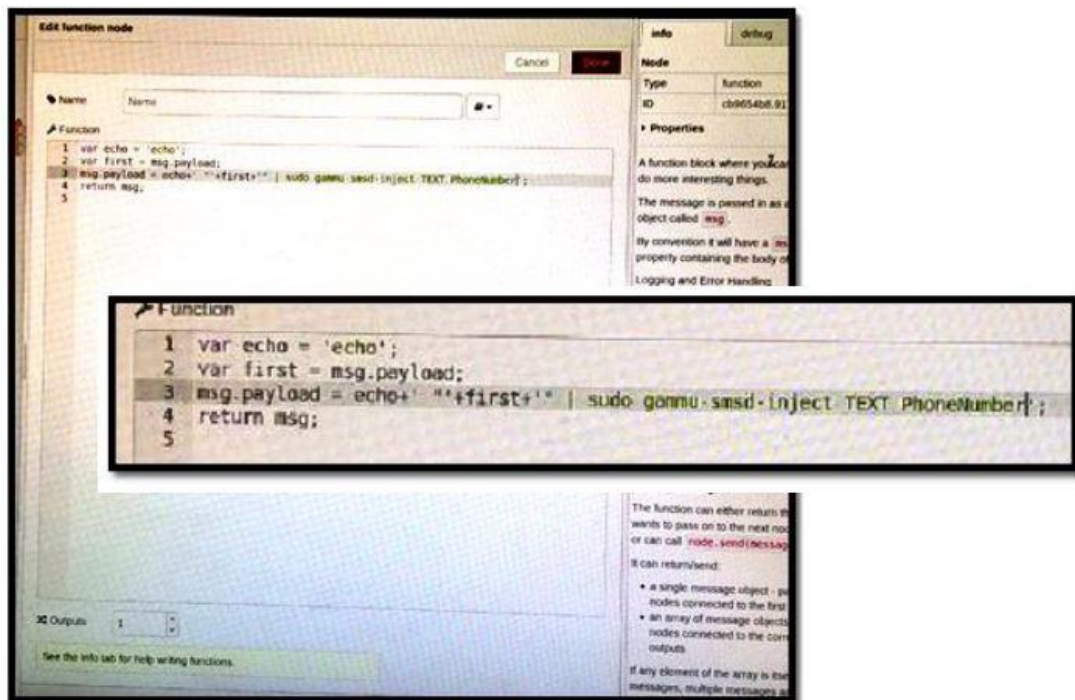
- **Sistema de comunicação via SMS**

A comunicação entre o gateway e a coleira será realizada através de um *dongle* USB UMTS usando o serviço de SMS das operadoras de telefonia móvel via rede UMTS. A escolha por esta tecnologia deu-se pelo uso da infraestrutura de comunicação celular apresentar ampla cobertura, permitindo assim mobilidade em larga escala. Segundo Rozas (2004) a tecnologia UMTS, por ser aberta e padronizada, contribui para a disseminação em larga escala do serviço.

Silva (2012), afirma que suas principais funcionalidades são em aplicações onde a transmissão via tecnologia UMTS é necessária, possuindo consumo reduzido de energia. Ideal para aplicações industriais, como M2M e telemetria.

A interface celular será realizada por um *dongle* UMTS usando a interface USB 2.0 do Raspberry Pi, não sendo necessária a aquisição de uma sub-placa para soldagem de um *shield* celular. A comunicação através de SMS foi realizada através da ferramenta Node-RED, usando o pacote GAMMU-SMSD. Segundo Gammu e Wammu (2016) o Gammu SMS *Daemon* é um programa que periodicamente varre o modem GSM para receber mensagens, armazenando-as em um local definido e também envia mensagens enfileiradas neste local. Ele é a ferramenta perfeita para gerenciar grandes quantidades de mensagens recebidas ou enviadas e automaticamente processá-las. A Figura 15 apresenta parte da execução dos comandos realizados no protótipo do Gateway IoT utilizando o programa GAMMU-SMSD.

Figura 15 – Comunicação GAMMU-SMSD



Fonte: O autor (2017).

Gammu e Wammu (2016), afirmam que é possível armazenar mensagens recebidas em arquivos ou em vários blocos de dados sendo o MySQL e PostgreSQL suportados de forma nativa. O pacote inclui também a ferramenta gammu-smsd-inject que ajuda a criar mensagens de texto longas e gammu-smsd-monitor que lhe permite monitorar o status atual do SMS *Daemon* ou telefone.

A comunicação entre o Gateway e a nuvem privada será realizada por meio da Interface Ethernet. Segundo Rouse (2016) Ethernet é um protocolo de camada de enlace na pilha TCP/IP, que descreve como dispositivos em rede podem formatar dados para transmitir para outros dispositivos de rede no mesmo segmento e como colocar esses dados na conexão de rede.

Portanto a arquitetura Web utilizada será a RESTful. Segundo Oracle (2016), este é um estilo arquitetônico que especifica restrições, como a interface uniforme, que, se aplicada a um serviço da Web, induz propriedades desejáveis, como desempenho, escalabilidade e facilidade de modificação, que permitem que os serviços funcionem melhor na Web. Por estes motivos, é utilizado no sistema da Smart Coleira.

Além disso, optou-se pelo *Web Service* pois ele tem como principais características:

- Interoperabilidade: permite a comunicação entre arquiteturas diferentes;
- Transparência de localidade: não precisa saber onde estão os objetos;
- Independência de plataforma: objetos podem estar distribuídos em plataformas diferentes;
- Neutralidade de linguagem: objetos se comunicam mesmo em linguagens diferentes.

4.1.5 Soluções para o gerenciamento da rede de sensores e tratamento de dados

Conforme estabelecido por Toma e Popa (2014) o papel do gateway IoT é de processar os dados coletados dos nós de IoT, estabelecendo um comportamento de realimentação local e os enviar ao sistema de Data Center/Nuvem para processá-los com soluções dedicadas.

Segundo Hausenblas (2015) uma plataforma de dados que precisa processar dados de dispositivos IoT de forma confiável e em escala deve atender aos seguintes requisitos:

- **Suporte de dados brutos nativos:** tanto em termos de ingestão de dados e processamento, a plataforma deve ser capaz de lidar nativamente com dados IoT. Algumas plataformas tornam possível aterrar os dados de entrada em seu formato bruto (JSON, arquivos de log. etc.) e- para fins de otimização - converter dados *downstream* para formatos mais sofisticados.
- **Suporte para uma variedade de tipos de carga de trabalho:** as aplicações IoT geralmente requerem que a plataforma possa suportar nativamente o processamento de fluxo e que possa lidar com consultas de baixa latência contra itens de dados semi-estruturados, em escala.
- **Continuidade do negócio:** as aplicações comerciais de IoT geralmente vêm com SLAs em termos de métricas de disponibilidade, latência e recuperação de desastres (Objetivo de Ponto de Recuperação/ Objetivo de Tempo de Recuperação). Assim, a plataforma deve ser capaz de garantir esses SLAs, de forma integral. Isto é especialmente crítico no contexto de aplicações IoT em domínios como os cuidados de saúde, onde a vida das pessoas está em jogo.
- **Segurança e privacidade:** A plataforma deve garantir uma operação ponta a ponta segura, incluindo a integração com sistemas de autenticação existentes na empresa. Por último, mas não menos importante, a privacidade do usuário deve ser

garantida pela plataforma, desde o suporte à proveniência de dados, até a criptografia e o mascaramento de dados.

4.1.6 Sensores

Ao longo dos anos o Arduino tem sido o cérebro de milhares de projetos ao redor do mundo, desde objetos comuns até instrumentos científicos. Existe uma comunidade mundial constituída de fabricantes, estudantes, hobistas, artistas, programadores - unidos em torno desta plataforma de código aberto, tornando acessível grande base de conhecimento.

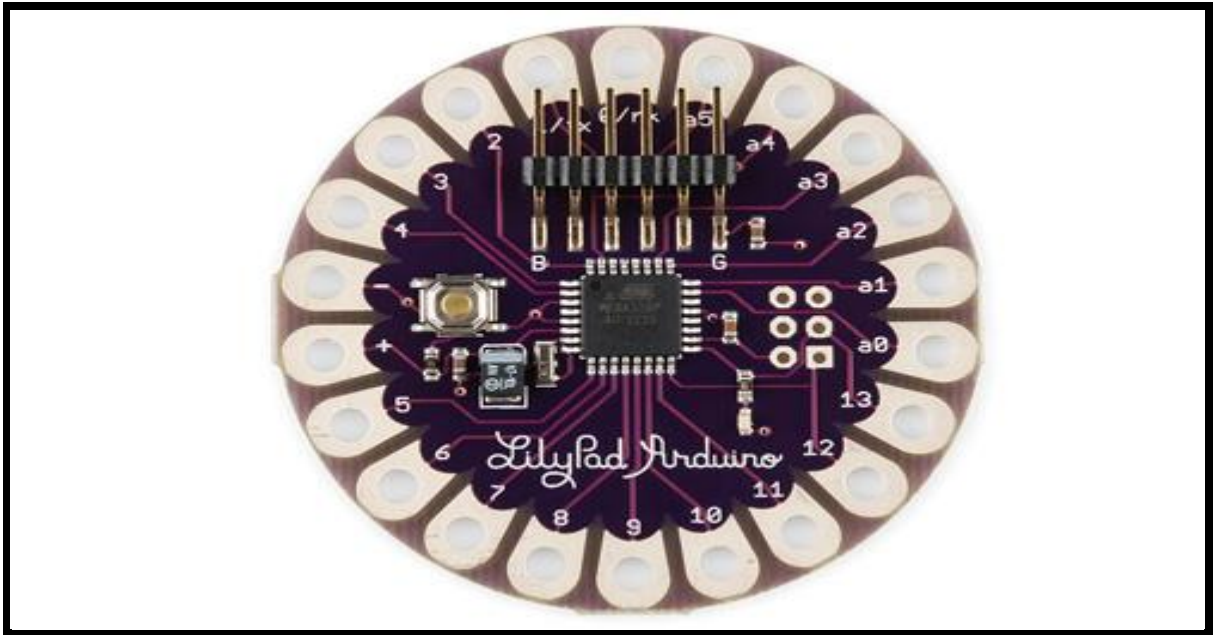
O Arduino se destaca de outras plataformas no mercado por ser:

- Ambiente multiplataforma, ou seja, pode ser executado em Windows, Linux e Macintosh;
- Por base, utiliza a IDE de programação Processing, ambiente de desenvolvimento fácil;
- É um hardware software de fonte aberta - é possível fazer o download do circuito, comprar todos os componentes e fabricar seu próprio Arduino, sem pagar aos criadores originais;
- Hardware extremamente barato;
- Comunidade ativa e colaborativa;

Para aplicação específica na *Smart Coleira*, o modelo de arduino que melhor se enquadra é o LilyPad Arduino. Este é uma placa-microcontroladora com sua aplicação voltada para vestimentos e tecidos inteligentes. Pode ser costurado diretamente sobre tecido, aceitando fontes de alimentação externas, além de sensores e atuadores com linha condutiva. Destaca-se também seu tamanho, sendo um círculo de aproximadamente 50 mm de diâmetro, e 0.8 mm de espessura.

Outra característica relevante é que este componente é tolerante a pequenas quantidades de água, ou seja, além de poder ser higienizado, tolera pequenas chuvas e brincadeiras em que os animais possam se molhar. Sua voltagem de operação é de 2,7 - 5,5V.

Figura 16 – LilyPad Arduino



Fonte: Site oficial Arduino (2017).

Com 1,74" de diâmetro e pesando apenas 4,4 gramas, outra solução que também pode ser empregada, caso necessário uma saída USB é o Arduino Flora.

Para os sensores, serão aproveitados outros estudos e tecnologias já existentes, com baixo custo e fácil aquisição. Especialmente no caso dos sensores para batimentos cardíacos foram aproveitados dois estudos em especial:

1. Estetoscópio Eletrônico - Welder Ribeiro Alves - Universidade Estadual de Campinas (2012);
2. Desenho de Hardware de um estetoscópio digital com capacidade de detecção de doenças cardiovasculares - David Gonzáles Gagigas - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación (2013).

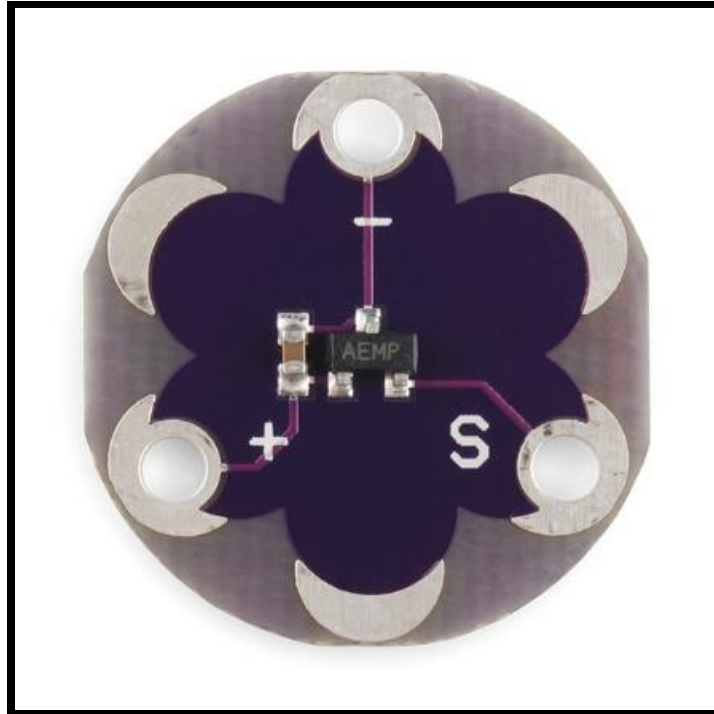
- **Sensor de Temperatura:**

Seguindo a mesma linha que o LilyPad Arduino possibilita, para a temperatura o sensor que melhor se encaixa nos parâmetros necessários para o projeto da Smart Coleira é o LilyPad Sensor de Temperatura. Para os critérios para a escolha do sensor foram avaliados:

1. Consumo de energia;
2. Custo;
3. Disponibilidade e facilidade de aquisição no mercado;

4. Dimensões;
5. Material.

Figura 17 – LilyPad Arduino Sensor de Temperatura



Fonte: Site oficial Arduino (2017).

Outra alternativa pode ser a adoção de um termômetro infravermelho, que permite o sensoriamento de temperatura sem contato. O sensor Melexis MLX90614ESF-BAA atende aos requisitos, e além de temperatura corpórea também serve como sensor de detecção de movimentos.

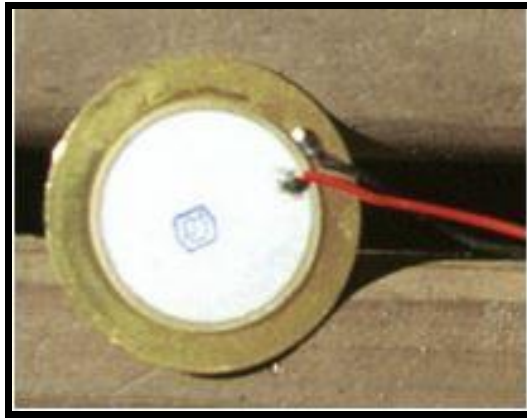
- **Batimentos cardíacos:**

Devido às características que a *Smart Coleira* deve ter, foi levado em conta que o animal não pode sofrer nenhuma interferência em seu corpo para o uso da coleira, ou seja, seu pelo não pode ser raspado e não pode ser injetado nenhum chip no seu corpo. Por isso optou-se pela confecção de um estetoscópio eletrônico para se ouvir os batimentos cardíacos do animal.

Em seu artigo *Estetoscópio Eletrônico*, Alves (2012) descreve os passos para a confecção do equipamento. O sinal captado pelo piezoelétrico, figura 18, conectado no estetoscópio, passa por um amplificador transistorizado, figura 19, conectado a um computador ou alto-falante. Para a análise da frequência dos batimentos cardíacos,

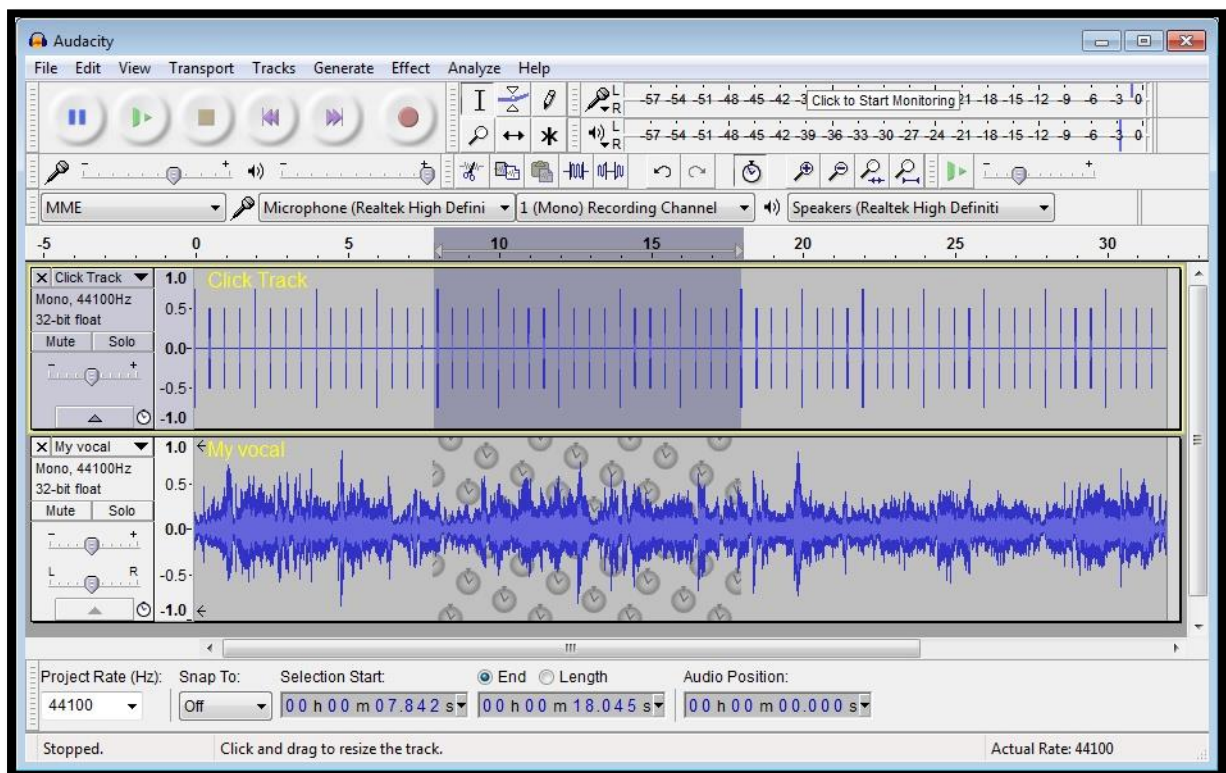
segundo Alves (2012), utilizou-se o software Audacity, que é um gravador de áudio gratuito e de fácil manuseio.

Figura 18 – Pastilha Piezoelétrica



Fonte: Alves (2012).

Figura 19 – Software Audacity

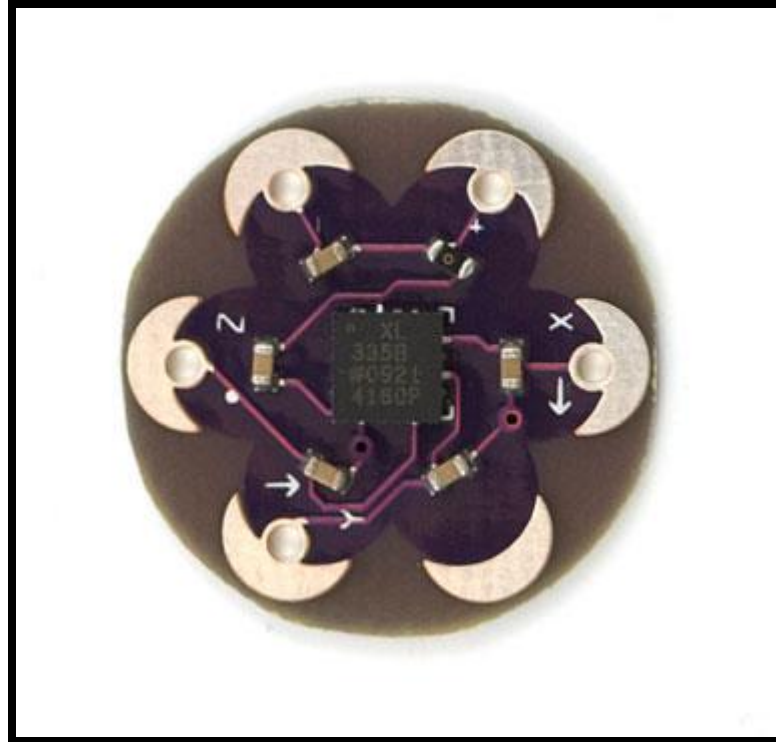


Fonte: Audacityteam.org (2017).

- **Acelerômetro**

Também da família LilyPad, o acelerômetro ADXL335 detecta movimentos corporais, bem como vibrações e inclinação. Este também é um dispositivo vestível, com dimensões no diâmetro de 20mm e 0.8mm de espessura.

Figura 20 – LilyPad Acelerômetro



Fonte: Site oficial Arduino (2017).

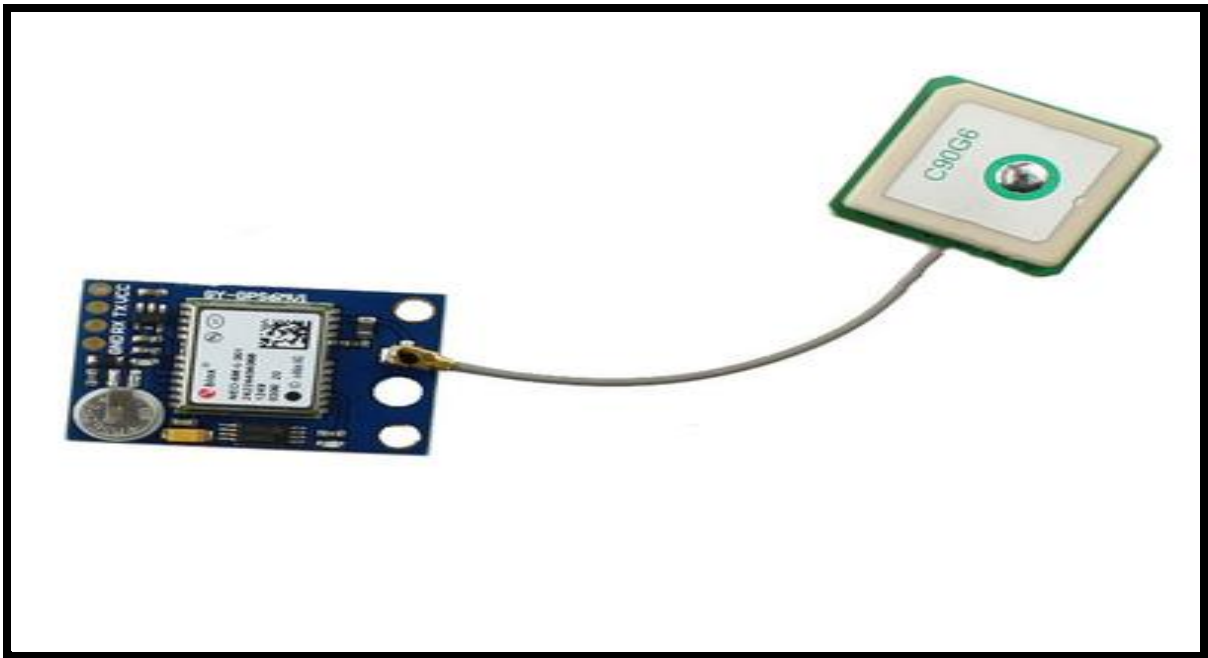
- **Módulo GPS, Modem 2G/3G/4G**

Devido a imensa gama de produtos para estes itens, a pesquisa foi feita respeitando as premissas do projeto e avaliando os seguintes itens, principalmente a disponibilidade e custo no mercado:

1. Ser homologado pela Anatel
2. Formato de Dongle;
3. Custo;
4. Dimensões;
5. Fornecedor;
6. Compatibilidade com Arduino.

Módulo GPS: Ublox Neo-6m com Eeprom

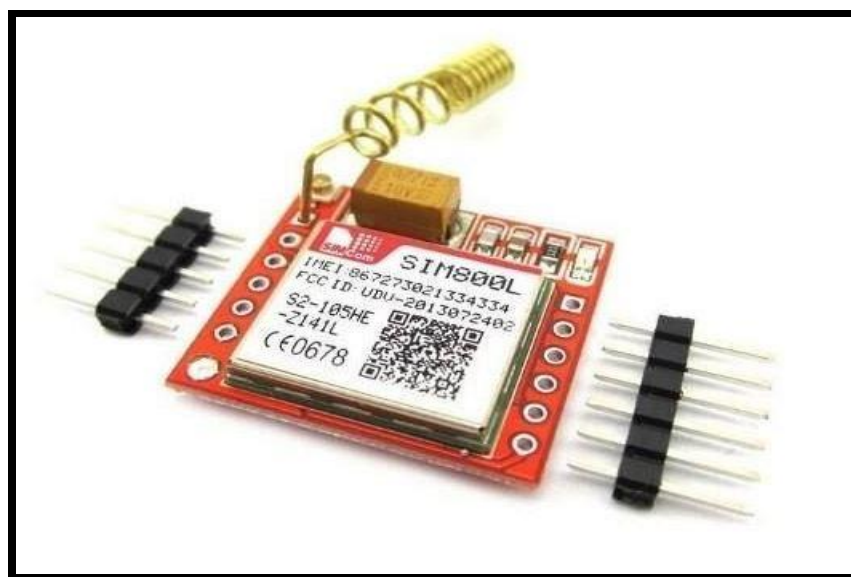
Figura 21 – Ublox Neo-6m com Eeprom



Fonte: O autor(2017).

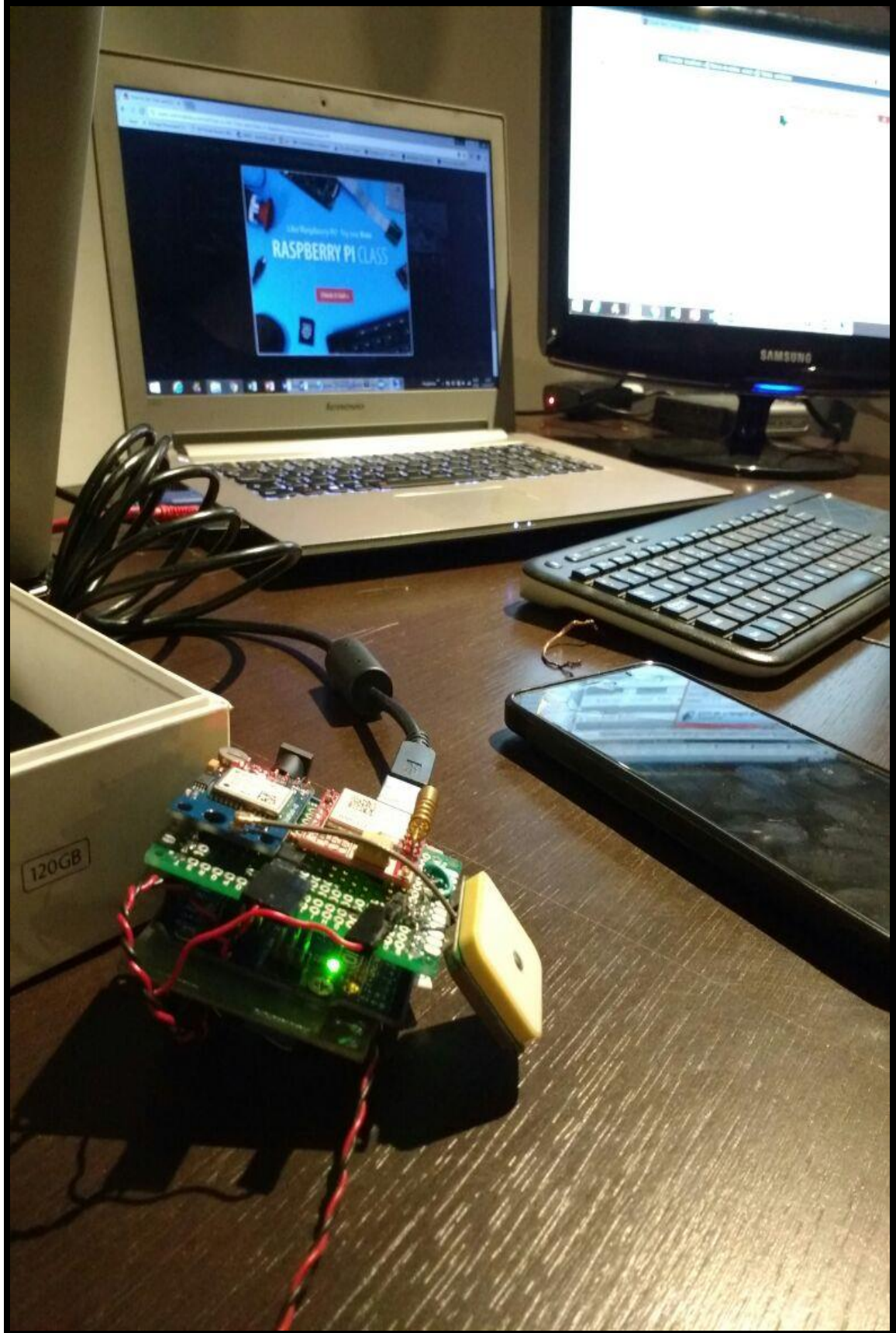
Modem telefônico: O módulo GSM GPRS SIM 800L atende as demandas do projeto, pois possui como características trabalhar em rede Quad-band, conectando-se em qualquer GSM global utilizando um chip SIM 2G. Além disso, é possível enviar e receber SMS, dados, transmissões de rádio FM, voltagem e amperagem compatíveis com os demais itens.

Figura 22 – Módulo GSM GPRS SIM 800L



Fonte: O autor (2017).

Figura 23 – Protótipo da Smart Coleira (módulo GPS) – Arduino Day



Fonte: O autor (2017).

Figura 24 – Protótipo da Smart Coleira (Gateway) – Arduino Day



Fonte: O autor (2017).

5 CONCLUSÕES

O trabalho teve como objetivo de analisar o mercado de pet-shops e clínicas veterinárias na região metropolitana de Belo Horizonte, buscando conhecer a aceitação e demanda deste nicho quanto a produtos com cunho inovador e tecnologia de ponta. Também foi verificado o comportamento dos proprietários de animais de estimação, que neste caso são os consumidores finais deste nicho de mercado. Para atingir o objetivo proposto, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa: Quais são os componentes de um sistema baseado em Internet das Coisas, que auxilie nos cuidados com animais domésticos?

Para responder à pergunta foi adotado, como metodologia para atingir os objetivos traçados, a elaboração de dois questionários destinados ao público alvo da pesquisa, sendo o primeiro uma *survey* e o segundo um roteiro de entrevistas. O primeiro questionário foi direcionado aos donos de animais domésticos, visando conhecer seu interesse em relação ao produto *Smart Coleira*, e qual o seu comportamento em relação a compra de produtos para seus animais de estimação. O segundo questionário foi direcionado a donos de Pet-Shops e clínicas veterinárias na região metropolitana de Belo Horizonte, visando conhecer os serviços que estas empresas oferecem a seus clientes, e seu interesse em oferecer soluções inovadoras para os mesmos.

A partir desta amostragem foi possível obter informações importantes que possibilitaram delimitar as premissas para as pesquisas que possibilitem o desenvolvimento da *Smart Coleira*. Conhecer o mercado consumidor, e o mercado que oferece e presta serviços foi de extrema importância para que a *Smart Coleira* fosse proposta em forma de produto de acordo com as demandas levantadas.

Ficou claro, nas análises, que o produto proposto possui grande aceitação por parte do mercado, com considerável demanda pelos consumidores finais. Também ficou claro na análise dos resultados que o mercado destinado a pet-shops carece de inovação tanto em serviço quanto inovação de produto.

Uma constatação importante e que será fruto de estudos futuros pelo grupo de pesquisa Fumec das Coisas, é que não existe padrão quanto a forma de armazenamento e tratamento da informação neste nicho de mercado, ou seja, não existe gestão da informação aplicada e alinhada à estratégia de negócio proposta. Cada empresa trata a informação de acordo com seu orçamento. Algumas empresas

possuem softwares ERP's de gestão empresarial, outros trabalham com planilhas e documentos soltos, e outros com anotações manuscritas em cadernos. Portanto a Smart Coleira pode agregar valor para os empresários e prestadores de serviço no sentido de tratamento da informação.

Outro fato importante é que para eleger os componentes do sistema *Smart Coleira*, foi constatado a necessidade de integração de várias áreas do conhecimento, áreas que podem fazer estudos específicos sobre a aplicação:

- Internet, telecomunicações
- Design de produto
- Sistema de Informação
- Gestão do Conhecimento

Portanto, através da pesquisa de campo realizada com os donos de pet-shops e clínicas veterinárias, foi possível coletar informações de modo a elaborar um projeto de um produto que atenda as demandas de mercado aferidas. Foi possível selecionar as funcionalidades que o dispositivo deveria possuir para atender aos anseios do mercado, atendendo a pergunta proposta por esta dissertação.

É importante salientar que esta dissertação deixa claro que um produto inovador, lapidado na academia pode vir a se tornar realidade no mercado, através da criação de um startup após a prototipação da *Smart Coleira*.

- **Artigos publicados e Eventos**

Durante parte do curso do Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do conhecimento, e do desenvolvimento da *Smart Coleira* até o momento atual, o autor desta dissertação juntamente com o grupo de pesquisa Fumec das coisas publicaram alguns artigos, participaram de eventos e congressos, e publicaram um e-book.

Artigos:

INTERNET DAS COISAS: ESTUDO DE MERCADO PARA APLICAÇÃO EM PET SHOPS

Artigo submetido e aprovado no XXIII Simpósio de Engenharia de produção da UNESP. O mestrando além de ser um dos autores, representou o grupo de pesquisa

Fumec das Coisas e a Universidade Fumec no congresso realizado entre os dias 09 e 11 de novembro de 2016, realizando a apresentação do artigo

INTERNET OF THINGS: GATEWAY-BASED ARCHITECTURE FOR APPLICATION ON A SMART LEASH SYSTEM

Artigo submetido e aprovado no 14 Contecsi – International Conference of Information Systems and Technology Management, na USP. O mestrando além de ser um dos autores do artigo, representou o grupo de pesquisa Fumec das Coisas e a Universidade Fumec no congresso, tendo sua apresentação ocorrido no dia 26 de maio de 2017.

ARDUINO DAY 2017

No dia 01/04/2017 a *Smart Coleira* foi apresentada no Arduino Day. O ARDUINO DAY é um evento internacional e anual que acontece simultaneamente em diversas cidades. É considerada a maior Feira Colaborativa de robótica do mundo. Além disso, promove entre as pessoas interessadas em Arduino, a troca de experiências e aprendizado, por meio de exposições e workshops sobre o assunto. O evento é destinado a desenvolvedores, pesquisadores, empreendedores, alunos de instituições públicas ou privadas e curiosos.

E-BOOK Marketing do Produto – Artigos Brasileiros

O artigo INTERNET DAS COISAS: ESTUDO DE MERCADO PARA APLICAÇÃO EM PET SHOPS foi selecionado para ser o capítulo do e-book lançado pela editora Poisson em 2017 e organizado por Darly Fernando Andrade.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Fernando. **TCP/IP Internet, protocolos & tecnologias, 3^o Edição**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora, 2001.
- ARDUINO. Disponível em <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: Maio. 2017.
- AWASTHI, Saumya et al. Internet of Things Using Raspberry pi 2. **International Journal of Electronics, Electrical and Computational System**, Noida, v. 5, n. 5, p.12-14, Maio 2016. Disponível em: <<http://www.academicscience.co.in/admin/resources/project/paper/f201605121463032794.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2017.
- BARROS, Mauricio de Oliveira. **Gerenciamento de Redes de Sensores Sem Fio com Ênfase em Eficiência Energética**. [s. L.]: [s. E.], 2013. 13 p. Disponível em: <http://www.inf.ufpr.br/aldri/disc/artigos/Relatorio_Tecnico_Mauricio_Barros.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2017.
- BLACKSTOCK, Michael; LEA, Rodger. Toward a Distributed Data Flow Platform for the Web of Things (Distributed Node-RED). **Proceedings Of The 5th International Workshop On Web Of Things - Wot '14**, [s.l.], p.34-39, out. 2014. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/2684432.2684439>. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/a4b2/b970c06599f56bee1937c2358c15e2c438e0.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- Brabham, D. C. (2010). “**The Effectiveness of Crowdsourcing Public Participation in a Planning Context**”, Social Science Research Network, vol. 85, no.9, p. S424-9.
- BECKER, D. et al. **Empowerment e avaliação participativa em um programa de desenvolvimento local e promoção da saúde**. Ciênc. Saúde Coletiva, v. 9, n. 3, p.655-667, Set. 2004.
- BOAVA, D.L.T.; MACEDO, F.M.F. **Sentido Axiológico do Empreendedorismo. Anais do XXXIII ENANPAD**, São Paulo, 2009.
- BROWN, Chris. **Unix Distributed Programming**. New York: Prentice-hall, 1994. 400 p.
- CALVO, Isidro et al. Building IoT Applications with Raspberry Pi and Low Power IQRF Communication Modules. **Electronics**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.54-71, 8 set. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/electronics5030054>. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2079-9292/5/3/54>>. Acesso em: 03 jan. 2017.
- CARBONI, Davide et al. **Specific Targeted Research Projects (STReP) SocioTal: Creating a socially aware citizen-centric Internet of Things**. Europa: Sociotal, 2014. 60 p. Disponível em: <<http://cordis.europa.eu/docs/projects/cnect/2/609112/080/deliverables/001-SOCIOTALD41V1.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2017.
- CERVO, Amado Luiz. **Metodologia Científica, 6^o Edição**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2007.
- CERVO, A. & BERVIAN, P. **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

- CHANDARANA, P., & Vijayalakshmi, M. (2014). **Big Data analytics frameworks**. In 2014 International Conference on Circuits, Systems, Communication and Information Technology Applications (CSCITA).
- CHAUHAN, Pankaj; KUMAR, Tarun. Power Optimization in Wireless Sensor Network: A Perspective. **International Journal Of Engineering And Technical Research**. [s.l.], p. 273-277. maio 2015. Disponível em: <http://www.erpublication.org/published_paper/IJETR032279.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2017.
- CHEN, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). **Big Data: A Survey**. **Mobile Networks and Applications**, 19(2), 171–209.
- CHUI, Michael; LÖFFLER, Markus; ROBERTS, Roger. The Internet of Things. **Mckinsey Quaterly**, [s.l.], v. 2, p.01-10, 2010. Disponível em: <<https://realyze.in/downloads/TheInternetofThings.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2017.
- COLOURIS, George et al. **Sistemas Distribuídos - Conceitos e Projetos**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2013. 1055 p.
- COMER, Douglas E. **Interligação em rede com TCP/IP – Volume1, Princípios, protocolos e arquitetura**. Rio de Janeiro: Editora Campus Elsevier, 1998
- DAHLMAN, E. et al. UMTS/IMT-2000 based on wideband CDMA. **IEEE Communications Magazine**, [s.l.], v. 36, n. 9, p.70-80, 1998. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/35.714620>. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/714620/>>. Acesso em: 02 jan. 2017.
- DEPARTMENT OF DEFENSE OF USA. **MODELING AND SIMULATION MASTER PLAN: Modeling and Simulation Master Plan**. [s.e.] ed. [s. L.]: Secretary Of Defense for Acquisition And Technology, 1995. 83 p. Disponível em: <http://biotech.law.lsu.edu/blaw/dodd/corres/pdf/500059p_1095/p500059p.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2017.
- DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo: transformando ideias em negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2008.
- DRUCKER, PETER F. **Inovação e Espírito Empreendedor – Entrepreneurship**. 6 ed. São Paulo: Pioneira, 1985.
- ESTEVES, André Gil Capela. **A Internet das Coisas: Avaliação do grau de aceitação da tecnologia RFID pelo cidadão comum**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão, Faculdade de Economia e Gestão, Universidade Católica Portuguesa, Portugal, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/19429/1/André Gil Capela Esteves_355413001_Tese Mestrado Gestão_A Internet das Coisas-Avaliação do Grau de Aceitação da tecnologia~1.pdf](http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/19429/1/André%20Gil%20Capela%20Esteves_355413001_Tese%20Mestrado%20Gestão_A%20Internet%20das%20Coisas-Avaliação%20do%20Grau%20de%20Aceitação%20da%20tecnologi~1.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- EVANS, Dave. **A Internet das Coisas. Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf> Acesso em 05 de julho de 2016.
- FIELDING, Roy Thomas. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**. 2000. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Information And Computer Science, University Of California, Irvine, 2000. Disponível em: <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation_2up.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2017.

FILION, J.L. **Vision Et Relations: Clés Du Succés De L'Entrepreneur** de 1991.

FOLKENS, Joe. **Building a gateway to the Internet of Things**. [s. L.]: Texas Instruments, 2014. 11 p. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/wp/spmy013/spmy013.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2017.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: Universidade Estadual do Ceara, 2002. 127 p. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

GAMMU ;WAMMU. Gammu SMSD. Disponível em: < <https://pt-br.wammu.eu/smsd/>>. Acesso em: 09 jan. de 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1994.

GLUHAK, Alexander et al. A Survey on Facilities for Experimental Internet of Things Research. **IEEE Communications Magazine**. [s.l.], p. 58-67. 17 fev. 2014. Disponível em: <<https://hal.inria.fr/inria-00630092/document>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

GUBBI, Jayavardhana et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future Generation Computer Systems**, [s.l.], v. 29, n. 7, p.1645-1660, set. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X13000241>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

Hausenblas, M. Key Requirements for an IoT Data Platform. Disponível em: < <https://www.mapr.com/blog/key-requirements-iot-data-platform>>, Acesso em: 10 fev. 2017.

Helal, S. (2011). “**IT Footprinting – Groundwork for Future Smart Cities**”, Computer, vol. 44, no.6, p. 30-31.

HILL, Jason Lester. **System Architecture for Wireless Sensor Networks**. 2003. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Computer Science, Univerisy Of California, Berkeley, 2003. Disponível em: <http://eps2009.dj-inod.com/docs/09-02-01/system_architecture_for_wireless_sensor_networks.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2017.

IDC. **The Internet of Things Moves Beyond the Buzz: Worldwide Market Forecast to Exceed \$7 Trillion by 2020, IDC Says**. Disponível em: <<http://www.businesswire.com/news/home/20140603005446/en/Internet-Moves-Buzz-Worldwide-Market-Forecast-Exceed>> Acesso em 05 de julho de 2016.

IBM. **Node-RED**. 2017. Disponível em: <<https://developer.ibm.com/open/openprojects/node-red/>>. Acesso em: 08 jan. 2017.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **Internet of Things: Wireless Sensor Networks**. Geneva: IEC, 2014. 78 p. Disponível em: <<http://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-internetofthings-LR-en.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

JARA, Antonio ; LADID, Latif; SKARMETA, Antonio. **The Internet of Things through IPv6: An Analysis of Challenges, Solutions and Opportunities**. Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable

- Applications,2014. Disponível em: < <http://iot6.eu/sites/default/files/imageblock/ipv6-iot6.pdf>>. Acessado em 08 de Out. 2015.
- JARA, Antonio; FERNANDEZ, David; LOPEZ, Pablo; ZAMORA, Miguel; SKARMETA, Antonio. **Lightweight MIPv6 with IPSec Support**. Mobile Information Systems. Vol. 10, 2014. Páginas 37–77. Acesso em: 20 set. 2015.
- JARA, Antonio; ZAMORA, Miguel; SKARMETA, Antonio. **Global IP: An Adaptive and Transparent IPv6 Integration in the Internet of Things**. Mobile Information Systems, Volume 8 (2012), Issue 3, Pages 177-197. Disponível em: < <http://www.hindawi.com/journals/misy/2012/819250/abs/> > Acessado em 10 de Out. 2015.
- JUNIOR, Jair. **Instalando o Raspbian no Raspberry Pi**. Disponível em: <<http://www.jairjunior.eng.br/artigos/instalando-o-raspbian-no-raspberry-pi>>. Acesso em: 15 Jan 2017.
- KRISHNAN, K. (2013). **Data Warehousing in the Age of Big Data, 1ª Edição**. São Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- LEONARD, D.; SWAP, W. **Centelhas incandescentes: estimulando a criatividade em grupos**. Porto Alegre: Bookman, 2003. 204p.
- MARINI, Thiago dos Santos. **COMPARATIVO DA COMUNICAÇÃO DE DADOS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS:: WEB SERVICES E SOCKETS**. 2012. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Sistemas Para Internet., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense, Passo Fundo, 2012. Disponível em:<<http://painel.passofundo.ifsul.edu.br/uploads/arq/201505221023401738741499.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2016.
- MARION, José Carlos; DIAS, Reinaldo; TRALDI, Maria Cristina. Monografia para cursos de administração, contabilidade e economia. São Paulo: Atlas, 2002.
- MOBBERLEY, C. **What is Node-Red?**. Disponível em: < <https://learn.adafruit.com/raspberry-pi-hosting-node-red/what-is-node-red>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2017.
- Naphade, M., Banavar G., Harrison, C., Paraszczak, J. and Morris, R. (2011). **“Smarter Cities and Their Innovation Challenges”**, Computer, vol.44, no.6, p. 32-39.
- NEVES, T.J. **Gestão da Inovação. Belo Horizonte: Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento**, 2014. Notas de aula.
- NIC.br. **Termina o estoque de endereços IPv4 na América Latina**. Disponível em: <<http://www.nic.br/imprensa/releases/2014/rl-2014-19.htm>>. Acesso em: 23 de mar. 2015.
- MIRANDA, Anibal D. A. **Introdução às redes de computadores**. Disponível em: <<http://ftp.feb.unesp.br/autodesk/pos/Disciplina-1-redes.pdf>>. Acesso em: 17 de abr. 2015.
- NIC.br. **Volta a alertar para o esgotamento do IPv4 nos próximos meses**. Disponível em: <http://www.teletime.com.br/01/04/2014/nicbr-volta-a-alertar-para-o-esgotamento-do-ipv4-nos-proximos-meses-/tt/373039/news.aspx_>. Acesso em: 23 de mar. 2015.
- NUNES, Luiz H. et al. Performance and energy evaluation of RESTful web services in Raspberry Pi. **2014 IEEE 33rd International Performance Computing And Communications Conference (ipccc)**, [s.l.], p.01-04, dez. 2014. Institute of

Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

<http://dx.doi.org/10.1109/pccc.2014.7017086>. Acesso em: 03 jan. 2017.

ORACLE. **JAVA EE6: The Java EE 6 Tutorial**. [s.e.] ed. [s. L.]: Oracle, 2013. 1010 p. Disponível em: <<http://docs.oracle.com/javasee/6/tutorial/doc/jvaeetutorial6.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

PALATTELA *et al.* Internet of Things in the 5G Era: Enablers, **Architecture and Business Models**. Disponível em:<
http://orbilu.uni.lu/bitstream/10993/24796/1/main_jsac.pdf>. Acessado em 28 de junho 2016

PANDIKUMAR S.; VETRIVEL, R.S. Internet of Things Based Architecture of Web and Smart Home Interface Using GSM. **International Journal Of Innovative Research In Science: Engineering and Technology**. Tamil Nadu, p. 1721-1727. mar. 2014. Disponível em: <https://ijirset.com/upload/2014/iciet/it/8_611.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2017.

PESSOA, Cláudio Roberto Magalhães et al. A Internet Das Coisas: Conceitos, Aplicações, Desafios e Tendências. **13th International Conference On Information Systems & Technology Management**, São Paulo, p.129-149, 2016. Disponível em: <<file:///C:/Users/Ana/Downloads/3654-16225-1-PB.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2017.

PESSOA, Cláudio Roberto Magalhães et al. Internet das Coisas: Estudo de mercado para aplicação em Pet Shops. **Anais do XXIII SIMPEP**. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=11>. Acesso em: 22 jan. 2017.

PINSONNEAULT, A., KRAEMER, K.L. **Survey research in management information systems: as assesment**. **Journal of Management information system**, 1993.

SARKAR *et al.* **A Scalable Distributed Architecture Towards Unifying IoT Applications**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Venkatesha_Prasad/publication/269309218_A_scalable_distributed_architecture_towards_unifying_IoT_applications/links/54be59040cf218d4a16a5bd9.pdf>.

PILON, Valcir Antonio. **Estudo para Aplicação de Redes sem Fio no Ambiente Industrial**. 2009. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Automação Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.ct.utfpr.edu.br/deptos/ceaut/monografias/EstudoparaAplicacaodeRedesSemFionoAmbienteIndustria.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

PREHOFER, Christian; CHIARABINI, Luca. From IoT Mashups to Model-based IoT. **Fortiss**. Monique, p. 1-4. out. 2014. Disponível em: <<https://www.w3.org/2014/02/wot/papers/prehofer.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

RASPBERRY PI FOUNDATION, UK. **Raspberry Pi**. Disponível em:<<https://www.raspberrypi.org/help/faqs/#introWhatIs>>. Acesso em: 19 de Dezembro de 2016.

Revista Galileu < <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT338454-17773,00.html>> Acessado em junho de 2017

ROUSE, M. **Ethernet**. Disponível em: <
<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/Ethernet>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2017.

ROUSE, M. **Gateway**. Disponível em:

<<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/gateway>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2017.

SILVA, Bruno Lopes Ribeiro. **SISTEMA DE CONTROLE DO TRIO AUTOMOTIVO POR MEIO DE SMS**. 2012. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia da

Computação, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em:

<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiT_sXb5JzSAhUFGpAKHVw5DTMQFggkMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.repositorio.uniceub.br%2Fbitstream%2F235%2F3601%2F3%2FMono%2Fgrafia%2520BRUNO%2520LOPES.pdf&usq=AFQjCNHd7WIIVuuEjPSD1RgAo2tM-A0bmw&sig2=45wzSRARS2Fk-R4kfz3bQA>. Acesso em: 22 dez. 2016.

SCHNEIDER, R. (2012). **Hadoop for Dummies**. Disponível em:

<ftp://ftp.software.ibm.com/software/de/pdf/Hadoop_for_dummies.pdf>. Acesso em Jun.2017.

TOMA, Cristian; POPA, Marius. IoT – Internet of Things Architecture for Context Aware Sensors Data Processing in Waste Management Solution. **Journal Of Mobile, Embedded And Distributed Systems**. Romania, p. 135-146. 2014.

Disponível em:

<http://www.jmeds.eu/index.php/jmeds/article/viewFile/IoT_Internet_of_Things_Architecture_for_Context_Aware_Sensors_Data/pdf_14>. Acesso em: 09 jan. 2017.

TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores, 2º Edição**. Rio de Janeiro: Novaterra Editora e Distribuidora, 2014.

VALENTE, Bruno Alexandre Loureiro. **Um Middleware para a Internet das**

Coisas. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Informática, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em:

<http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/9211/1/ulfc104490_tm_Bruno_Valente.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2016.

XU, Zhaozhuo et al. Raspberry Pi Based Intelligent Wireless Sensor Node for Localized Torrential Rain Monitoring. **Journal Of Sensors**, [s.l.], v. 2016, p.1-11, 2016. Hindawi Publishing Corporation. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/4178079>.

Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/js/2016/4178079/>>. Acesso em: 03 jan. 2017.

ZASLAVSKY, A.; PERERA, C. **Context Aware Computing for The Internet of**

Things: A Survey. Disponível em: < <http://arxiv.org/pdf/1305.0982.pdf>>. Acessado em 29 de junho 2016.

ZIKOPOULOS, P., & Eaton, C. (2011). **Understanding Big Data: Analytics for**

Enterprise Class Hadoop and Streaming Data, 1º Edição. McGraw-Hill Osborne Media.

APÊNDICES

APÊNDICE A

PESQUISA DE MERCADO SMART COLEIRA

O setor de tecnologia e pesquisa da Universidade FUMEC, Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, situada em Minas Gerais na cidade de Belo Horizonte, está realizando uma pesquisa de mercado sobre um inovador produto para pets, cuja demanda está cada vez maior neste ramo que está em constante expansão. Os alunos graduandos do curso de Engenharia de Telecomunicações estão desenvolvendo, um aplicativo e um dispositivo inteligente para gerenciar todos os recursos que envolvem o seu animal. Contamos com a sua colaboração nesta pesquisa, a sua participação é muito importante para o nosso desenvolvimento.

- 1) Você possui animal de estimação?
 - a) Sim
 - b) Não
- 2) Qual é o seu grau de envolvimento com seu animal de estimação?
 - a) Alto
 - b) Médio
 - c) Baixo
- 3) Você já ouviu falar em Smart Coleira para animais domésticos?
 - a) Sim
 - b) Não
- 4) Hoje, você armazena os dados do seu animal como vacina, nome, raça, doenças já apresentadas, histórico de alimentação e consultas já realizadas em algum local? Exemplo: Carteirinha, no PetShop ou outro meio?
 - a) Sim
 - b) Não
- 5) O mercado de pets carece de inovação no que se refere a produtos e serviços?
 - a) Sim
 - b) Não
- 6) Especificamente falando da Smart Coleira, dos itens abaixo quais seriam mais úteis para você e o seu animal de estimação?
 - a) Monitoramento GPS
 - b) Conter a identificação do animal, dono e do pet-shop

- c) Monitorar sinais vitais básicos, como temperatura e batimentos cardíacos
 - d) Cartão de vacina
 - e) Lembrete para tosa, vacina e consultas ao veterinário
 - f) Quais os Pet-Shops mais baratos e mais próximos estão de você, através do GPS
 - g) Alerta para enfermidades momentâneas ocorridas na Cidade, bairro (Ex.: Leishmaniose, Raiva, etc.)
- 7) Em relação a questão anterior, você gostaria de acrescentar mais alguma funcionalidade para a Smart Coleira?
- 8) Normalmente os seus animais são levados no Pet-Shop ou clínica por:
- a) Você
 - b) Transporte próprio da clínica ou pet-shop
 - c) Por terceiros
- 9) Qual o meio de comunicação é utilizado entre o Pet-Shop e você?
- a) Aplicativo
 - b) Ligação telefônica
 - c) Site
 - d) WhatsApp
 - e) Contato Pessoal

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO SMART COLEIRA

O setor de tecnologia e pesquisa da Universidade FUMEC, Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, situada em Minas Gerais na cidade de Belo Horizonte, está realizando uma pesquisa de mercado sobre um inovador produto para Pets, cuja demanda está cada vez maior neste ramo que está em constante expansão. Os alunos graduandos do curso de Engenharia de Telecomunicações estão desenvolvendo, um aplicativo e um dispositivo inteligente para gerenciar todos os recursos que envolvem o seu animal. Contamos com a sua colaboração nesta pesquisa, a sua participação é muito importante para o nosso desenvolvimento.

Razão Social:	
Endereço:	
Responsável:	Telefone:
E-mail:	

1) Qual o ramo de atuação deste estabelecimento?

Pet Shop Clínica Veterinária Ambos

2) Você já ouviu falar em Smart Coleira? Alguém já lhe ofereceu esta solução?

Sim Não Sim Não

3) Você acredita que produtos que proporcionam uma experiência diferente possuem maior aceitação no mercado?

4) Este mercado carece de inovação no que se refere a produtos e serviços?

5) Os clientes são receptivos quanto a novos produtos e serviços? Eles têm um perfil conservador ou antenado a tecnologias e tendências?

Sim Não

6) Especificamente falando da Smart Coleira, dos itens abaixo quais seriam mais aceitos pelos clientes:

- Monitoramento GPS
- Conter identificação do animal, do dono, e pet-shop.
- Monitorar sinais vitais básicos do animal, como temperatura e batimentos cardíacos.
- Cartão de vacina
- Lembrete para tosa, vacina e consultas ao veterinário
- Alerta para enfermidades momentâneas ocorridas na Cidade, no Bairro (Ex.: leishmaniose, Raiva, etc.)

Além dos itens acima, o que mais seria interessante na Smart Coleira?

7) Qual é em média o gasto dos clientes com itens essenciais (banho, tosa, vacinas, curativos)?

8) Qual é em média o gasto dos clientes com acessórios (roupinhas, coleira, casa de cachorro, etc.)?

9) Como você consideraria o grau de envolvimento emocional dos donos com os pets?

- Alto
- Médio
- Normal
- Baixo

10) Normalmente os pets são trazidos pelos próprios donos, transporte próprio da clínica ou por terceiros? Qual o meio de comunicação é utilizado entre o cliente e vocês?

11) Quanto tempo em média os clientes ficam na clínica após terem seus serviços concluídos? Eles avaliam as mercadorias presente na loja?

12) Você adquiriria esta solução? Qual o valor máximo você investiria?
