

# CENTRO PAULA SOUZA

---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**  
**Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas**

Felipe Millan de Souza Pinto

**INTERNET DAS COISAS**  
**O Futuro da Computação Ubíqua**

**Americana, SP**

2015

# CENTRO PAULA SOUZA

---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**  
**Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas**

Felipe Millan de Souza Pinto

## **INTERNET DAS COISAS**

### **O Futuro da Computação Ubíqua**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, sob a orientação do Prof. Dr. José Luís Zem

Área de concentração: Sistemas Embarcados

**Americana, S. P.**

**2015**

P138i	<p>Pinto, Felipe Millan de Souza Internet das coisas: o futuro da computação ubíqua. / Felipe Millan de Souza Pinto. – Americana: 2015. 39f.</p> <p>Monografia (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas). - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Orientador: Prof. Dr. José Luis Zem</p> <p>1. Rede de computadores 2. Internet – rede de computadores I. Zem. José Luis II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 681.3.05</p>
-------	--

Felipe Millan de Souza Pinto

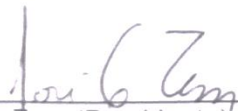
## INTERNET DAS COISAS


### O Futuro da Computação Ubíqua

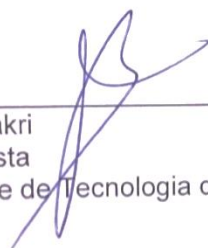
Trabalho de graduação apresentado como exigência para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana.  
Área de concentração: Sistemas Embarcados

Americana, 09 de Dezembro de 2015.

#### Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
José Luis Zem (Presidente)  
Doutor  
Faculdade de Tecnologia de Americana

  
\_\_\_\_\_  
Rodrigo Viviani  
Especialista  
Faculdade de Tecnologia de Americana

  
\_\_\_\_\_  
Adnan Bakri  
Especialista  
Faculdade de Tecnologia de Americana

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que me auxiliaram todos os dias para que eu pudesse estar onde eu estou hoje.

## RESUMO

A seguinte monografia tem como finalidade estudar o conceito de Internet das Coisas, buscando explicar o seu propósito, como ela pode ser usada, como ela é utilizada atualmente e, principalmente, verificar a viabilidade e aceitação de sua implementação em tecnologias móveis do mercado contemporâneo. Para conseguir tomar estas conclusões, devemos antes entender uma teoria antecessora, a teoria chamada computação ubíqua. Assim como a Internet das Coisas, o conceito da computação ubíqua foi desenvolvido para explorar as possibilidades da computação móvel, prevendo o fim do uso de computadores convencionais e sua substituição por computação disseminada no ambiente. Vários produtos e tecnologias já foram desenvolvidos para estes conceitos, como tecnologias vestíveis ou ambientes inteligentes, por empresas pioneiras como Microsoft ou Google, mas não obtiveram aceitação no mercado. A Internet das Coisas está em rápida expansão, e por isso mesmo precisamos parar e olhar para o que já foi feito para entender qual caminho seguir. Será que a Internet das Coisas irá obter aceitação? Analisando o que já foi feito com tecnologias passadas de computação ubíqua, quais os obstáculos a serem superados? O que dá certo e o que não dá certo? Finalmente, a missão final desta monografia será buscar entender os potenciais avanços na área de tecnologias de computação móvel, baseando-se em pesquisas e estudos de desenvolvimentos passados.

**Palavras Chave:** Internet das Coisas; Computação Ubíqua; Computação Móvel.

## **ABSTRACT**

*The following monograph intends to study the concept of Internet of Things, attempting to explain its purpose, how can it be used, how it is currently used and, mainly, to verify the viability and acceptance of its implementation at mobile technologies at the present-day market. In order to reach these conclusions, we must first understand a previous theory, known as ubiquitous computing. Just like the Internet of Things, the concept of ubiquitous computing was developed to explore the possibilities of mobile computing, predicting the end of the use of conventional computers and replacing it with disseminated computing at the ambient itself. Many products and technologies were already developed with these concepts, like wearable technologies and ambient intelligence, by pioneering enterprises like Microsoft or Google, but had little acceptance at the Market. The Internet of Things is already at a rapid growth, and that's why we need to stop and look at what was already done to understand what path to follow. Will the Internet of Things find acceptance? Analyzing what was already done with past Technologies of ubiquitous computing, what are obstacles that must be overcome? What works and what doesn't? Finally, the mission of this monograph is to understand the potential evolutions at the area of mobile computing Technologies, based on researches and studies made from past developments.*

**Keywords:** *Internet of Things; Ubiquitous Computing; Mobile Computing.*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>COMPUTAÇÃO UBÍQUA.....</b>	<b>11</b>
2.1	COMPUTAÇÃO VESTÍVEL.....	13
2.2	INTELIGÊNCIA AMBIENTAL .....	15
<b>3</b>	<b>INTERNET DAS COISAS.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>22</b>
4.1	MONTAGEM .....	26
4.2	CODIFICAÇÃO .....	30
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>



## LISTA DE FIGURAS E DE TABELAS

Figura 1: Número de artigos com tema "Computação Ubíqua" em intervalos de 2 anos .....	12
Figura 2: Evolução dos computadores vestíveis de Steve Mann. ....	14
Figura 3: Produtos da computação vestível disponíveis no mercado. ....	14
Figura 4: Cidade inteligente equipada com sensores. ....	18
Figura 5: Placa de Arduino, modelo "UNO". ....	23
Figura 6: Representação da composição física do Arduino. ....	24
Figura 7: Representação lógica da captação das informações do Arduino. ....	24
Figura 8: Componentes de Arduino utilizados. ....	25
Figura 9: Sensor de luz TSL2561. ....	25
Figura 10: Coletor e transmissor de informações. ....	26
Figura 11: Detalhamento da placa de Arduino do coletor e transmissor de informações. ....	27
Figura 12: Placa " <i>protoboard</i> " do coletor e transmissor de informações. ....	27
Figura 13: Diagrama da montagem eletrônica do coletor e transmissor de informações. ....	28
Figura 14: Receptor de informações. ....	29
Figura 15: Diagrama da montagem eletrônica do receptor de informações. ...	29
Figura 16: Layout do local dos testes. ....	29
Tabela 1: Resultados dos testes com sistema em Arduino.....	34

## 1 INTRODUÇÃO

Hoje, a computação móvel se encontra em seu ápice. Cada vez mais, o brasileiro vem utilizando os “*tablets*”, “*notebooks*” e “*smartphones*” em seu cotidiano. Segundo pesquisa realizada pela Kantar Worldpanel, empresa multinacional focada em pesquisas de mercado e estudo comportamental de consumidores, quase todos os lares brasileiros possuem pelo menos um celular (VIEIRA, 2014), 29% da população brasileira já tem *smartphones* (KANTAR WORLDPANEL *apud* G1, 2014) e 39% daqueles que ainda não possuem o aparelho afirmam ter interesse de adquirir um nos próximos 12 meses (PRANDI, 2014).

Vendo este cenário, é compreensível que muitos pesquisadores e desenvolvedores venham tentando discutir sobre as grandes possibilidades da computação móvel, citando teorias recentes e passadas para entender a revolução móvel que estamos encarando. Entre os diferentes nomes citados, dois se destacam: a computação ubíqua, teoria de Mark D. Weiser publicada em 1991 e o conceito de Internet das Coisas, que apesar de existir desde 1982 com a criação da chamada “Máquina de Coca-Cola de Carnegie Mellon” (EWA HOME, 2015), foi nomeada e definida em 1999 por Kevin Ashton.

O “*Massachusetts Institute of Technology*”, em seu Projeto Oxygen, descreve a computação ubíqua da seguinte forma:

“A computação será centrada no homem. Ela estará disponível em todos os lugares, como pilhas e tomadas, ou oxigênio no ar que respiramos... Não carregaremos nossos dispositivos conosco.” (MIT PROJECT OXYGEN, acesso em 2015, tradução livre)

Em suma, a computação ubíqua descreve um futuro onde dispositivos tecnológicos são completamente transparentes e onipresentes. Os dispositivos que conhecemos hoje, como computadores, deixariam de existir, substituídos por “terminais” presentes em todos os objetos que nos cercam no dia-a-dia.

Por sua vez, a Internet das Coisas é descrita por Kevin Ashton como, primariamente, uma forma de captar e compartilhar informações:

“Se tivéssemos computadores capazes de saber tudo o que se precisa saber sobre coisas – usando dados que eles colheram sem

nenhuma ajuda nossa – nós poderíamos rastrear e contar tudo, reduzindo muito os desperdícios, gastos e custos. [...]

Nós precisamos reforçar computadores com suas próprias maneiras de colher informações, para que eles possam ver, ouvir e cheirar o mundo por conta própria, em toda sua glória aleatória.” (ASHTON, Kevin, 2009, RFID Journal, tradução livre)

Ambas as teorias já são antigas, e frutos de uma realidade diferente da atual. Os conceitos derivados destas teorias não são novidade – a chamada “computação vestível” já está presente desde 1961, com a invenção de Edward Thorp (MELANSON, 2013), mas mesmo assim a Google encontrou problemas de aceitação com seu produto, o Google Glass, recebendo críticas que ultimamente levaram a reestruturação total do projeto (CAPUTO, Victor, EXAME, 2015). O escritor e executivo Ian Altman descreveu o fracasso do produto:

“Eu questionei mais de 3,000 CEOs e executivos para identificar as principais questões a responder para aprovar ou negar o pedido de gastar em algo. Eu universalmente tenho a mesma resposta no topo da lista: *‘Qual problema ele resolve ou porque eu preciso disso?’*. O Google Glass fracassou em ajudar os consumidores a entender por que eles precisam do dispositivo.” (ALTMAN, Ian, 2015, Forbes.com, tradução livre)

Além da computação vestível, também existe o conceito de ambientes inteligentes. Esta também é uma ideia antiga: A Microsoft possui o Projeto EasyLiving, que visa “tornar a computação mais acessível e mais pervasiva que o computador de mesa atual” (RESEARCH.MICROSOFT.COM, 1998), e que está engavetado desde 1998.

O próprio autor da teoria de computação ubíqua, Mark Weiser, levantou vários problemas na implantação de sistemas pervasivos, como as limitações do endereçamento IP, altos custos e dificuldades de uso de reconhecimento de voz em ambientes reais (WEISER, Mark, 1993, p.77-79).

Vendo estes problemas, é necessário analisar a viabilidade de certos aspectos da Internet das Coisas e da computação ubíqua. Como objetivo geral desta monografia, buscamos analisar a viabilidade destas teorias a partir do ponto de vista de um desenvolvedor.

Como objetivos específicos, esta monografia irá definir os conceitos de computação ubíqua e Internet das Coisas, baseando-se em teóricos e

pesquisadores da área de tecnologia, fazer um comparativo entre as duas e descobrir as similaridades e diferenças entre os dois conceitos, entender as suas ideias e comparar as definições baseando-se em produtos e projetos existentes no mercado de computação móvel contemporâneo.

O método científico da pesquisa utilizado foi exploratória e bibliográfica.

O trabalho foi estruturado em seis capítulos, sendo a introdução aqui demonstrada o primeiro capítulo. O segundo define e conceitua o que é computação ubíqua, analisando a teoria original e duas derivações existentes dela, a computação vestível e a inteligência ambiental. O terceiro apresenta a Internet das Coisas, expondo desenvolvimentos existentes e realizando um comparativo com a computação ubíqua. O quarto relata o desenvolvimento de um dispositivo para a captação de informações do ambiente, seguindo referências da teoria de Internet das Coisas. O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos com o dispositivo, e realiza uma discussão dos mesmos.

Com base nas informações conseguidas a partir dos estudos realizados no capítulo anterior, o capítulo seis se reserva às considerações finais.

## 2 COMPUTAÇÃO UBÍQUA

Segundo o dicionário Michaelis (2015), ubíquo significa “*Que está ou pode estar em toda parte ao mesmo tempo; onipresente*”. Mark Weiser (1993) define computação ubíqua dizendo que computadores devem ser “*uma fundação invisível que é rapidamente esquecida, mas sempre conosco, e usada sem esforço durante nossas vidas*”.

Considerando a definição de Weiser, é possível concluir que computação ubíqua é uma maneira de introduzir a tecnologia da informação no cotidiano de certa forma em que consigamos utilizá-la de maneira instintiva e transparente, como usar uma caneta para escrever ou usar óculos para ver. Seu objetivo principal é auxiliar a resolver tarefas, entre elas destacando-se a capacidade de aprimorar ou auxiliar pessoas com o intuito de realizar tarefas e aumentar a interação do homem com seu ambiente.

Mark Weiser (1991) afirmava que uma boa ferramenta deve ser invisível, permitindo a atenção total do usuário na tarefa, e não na ferramenta, mas ele também deixava claro que o computador que conhecemos hoje não é adequado para a computação ubíqua, não importa quão móvel ou quão poderoso:

“Computação ubíqua’ neste contexto não significa computadores que podem ser carregados para a praia, selva ou aeroporto. Até mesmo o mais poderoso computador *notebook*, com acesso a rede mundial de informações, ainda foca a atenção em uma única caixa.”  
(WEISER, Mark, 1991, tradução livre)

Com essa afirmação, Mark Weiser declara que a computação ubíqua não pode se utilizar das tecnologias já existentes no mercado, pois elas requerem atenção total do usuário no aparelho. A computação ubíqua deve manter o foco na tarefa, não na ferramenta, o que requer o desenvolvimento de novas tecnologias e teorias na área de desenvolvimento da tecnologia da informação. Para o desenvolvimento destas, Mark Weiser destaca três necessidades-chave.

Primeiro, a computação ubíqua requer interfaces naturais com mínima barreira de entrada e totalmente intuitivos, que qualquer pessoa com mínimo conhecimento de informática consiga utilizar sem maiores instruções. Dispositivos

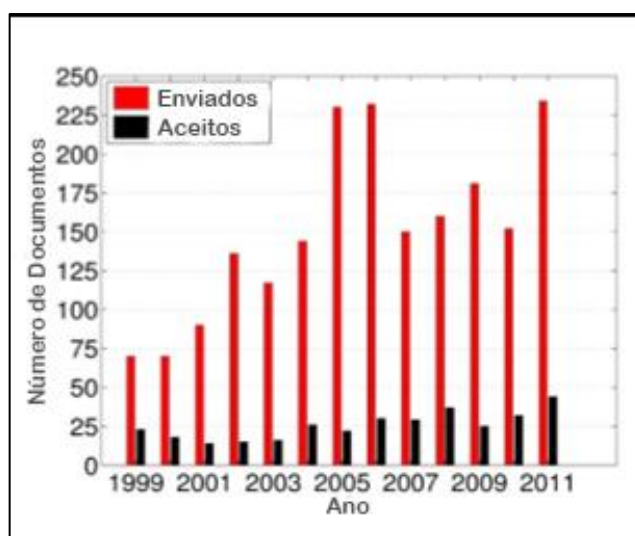
que conseguem ser operados com gestos simples, usando reconhecimento de voz ou até mesmo a partir da visão humana são exemplos.

Segundo, a computação ubíqua deve ser sensível ao contexto, conseguindo identificar no ambiente a situação de uso e o problema sem necessidade de informações complexas diretas do usuário. Entre alguns exemplos, podemos citar a captura de movimento, reconhecimento facial e análise do ambiente.

Terceiro, a computação ubíqua deve ser interconectada, utilizando-se geralmente de transmissões de informação sem fio de alta velocidade para transferir informações e realizar tarefas cotidianas.

As teorias de Mark Weiser impulsionaram uma nova frente na tecnologia da informação e, desde o começo do século, muito se falou sobre o desenvolvimento de tecnologias ubíquas em um nível comercial. Hoje principalmente, com os “*smartphones*” e dispositivos móveis ficando cada vez mais populares na sociedade, pesquisadores e autores da área da tecnologia da informação voltam a estas teorias para conseguir traçar o futuro do desenvolvimento das tecnologias. Na Figura 1, você consegue ver um gráfico representando o crescimento do número de artigos com o tema “computação ubíqua” (Em vermelho, o número de documentos enviados, e em preto os documentos aceitos), demonstrando o forte interesse da comunidade tecnológica neste assunto.

**Figura 1: Número de artigos com tema "Computação Ubíqua" em intervalos de 2 anos.**



**FONTE:** SILVA, Thiago H. *et al* (2012), adaptado pelo autor

A partir destas discussões e deste desenvolvimento em torno da computação ubíqua, duas grandes categorias de tecnologias se destacaram: A “computação vestível” e “inteligência ambiental”.

## 2.1 Computação Vestível

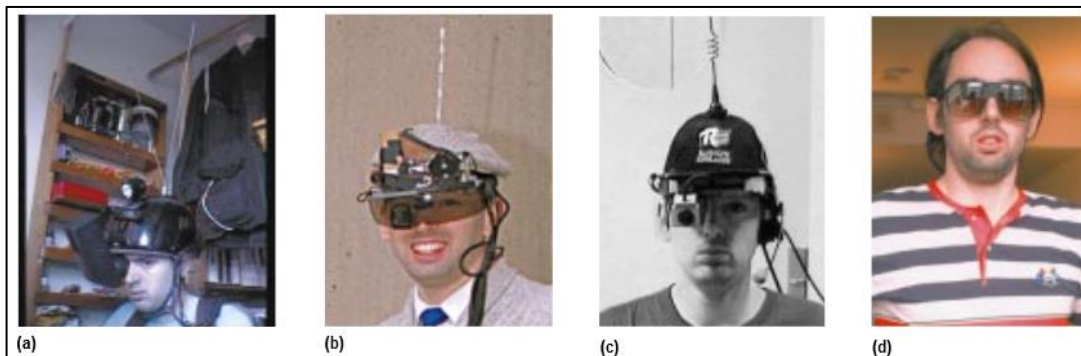
A computação vestível, também conhecida como “*wearables*” (do inglês “vestível”), é uma categoria de tecnologia derivada da computação ubíqua. Leandro Sampaio (2010) define a computação vestível como “*a junção de aparatos computacionais as roupas do cotidiano*”.

Alternativamente, computação vestível também pode ser descrita como uma maneira de utilizar a tecnologia de maneira transparente com propósito de facilitar a vida cotidiana, sendo as roupas usadas por uma pessoa o meio de se obter este resultado. Nossas roupas estão sempre presentes na nossa vida cotidiana, sendo então o veículo mais direto para obter tecnologia pervasiva, sem a necessidade de interação direta entre o computador e a pessoa, apenas certificando-se que “*ela deve estar sempre em modo stand by, simplesmente esperado para entrar em ação*” (SAMPAIO, 2010).

O pesquisador e inventor Steve Mann, geralmente considerado um dos pais da computação vestível moderna, via esta tecnologia como uma forma para usar a computação de uma maneira pervasiva no dia-a-dia. Assim como Weiser, Mann também considerava o computador atual um empecilho, e afirmando que o computador deve ser uma extensão de nós, dizendo que “*conforme ele vê o mundo da nossa perspectiva, o sistema irá aprender conosco*” (MANN, 1997, tradução livre).

Apesar de Steve Mann ser considerado o pai da computação vestível moderna, desenvolvendo vários protótipos e evoluindo a tecnologia da computação vestível com novas invenções, como demonstrado na Figura 2, ele não foi o único pioneiro nesta área. Edward Thorp desenvolveu um conjunto composto de sapatos e fones de ouvido que se comunicavam com um computador vestido como um cinto. Era um computador simples, com o único propósito de auxiliar o usuário a vencer um jogo de roleta de casino sem ser percebido (MELANSON, 2013).

**Figura 2: Evolução dos computadores vestíveis de Steve Mann. (a) Protótipo desenvolvido na década de 1980. (b) Computador multimídia do final da década de 1980. (c) Versão comercial do computador. (d) Protótipo de 1997, composto por óculos, controle na mão e computador nas costas.**

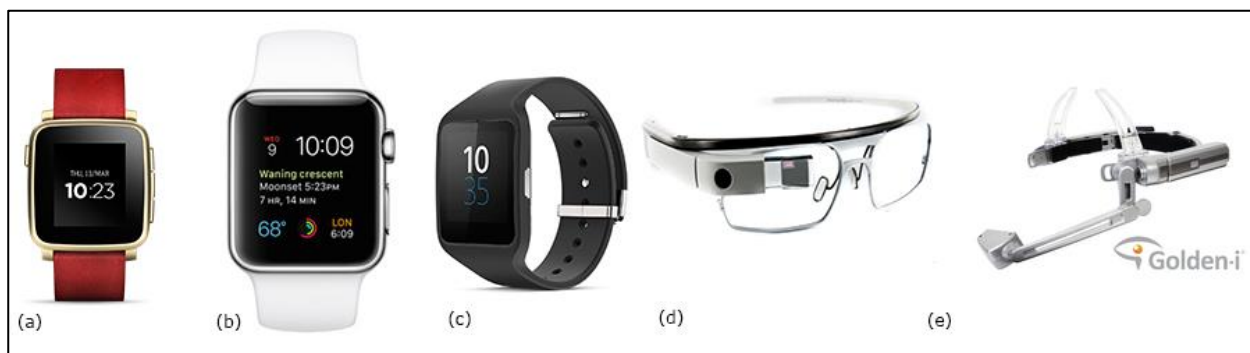


**FONTE: MANN (1997)**

Já existem variadas tecnologias consideradas vestíveis no mercado atualmente. Na medicina e nos esportes, em especial, a computação vestível é amplamente utilizada para medição de batimentos cardíacos e manutenção da saúde dos pacientes ou atletas (SAMPAIO, 2010).

Na última década, houve um grande crescimento no desenvolvimento de tecnologias vestíveis, e entre estas podemos destacar os relógios inteligentes, como o Pebble, o Apple Watch e o Sony SmartWatch, além de óculos inteligentes, como o Google Glass ou o Golden-i. Estes produtos já estão disponíveis no mercado, e podem ser vistos na Figura 3.

**Figura 3: Produtos da computação vestível disponíveis no mercado. (a) Pebble Smartwatch. FONTE: GetPebble. (b) Apple Watch. FONTE: Apple. (c) Sony SmartWatch. FONTE: Sony Store. (d) Google Glass. FONTE: Forbes. (e) Golden-i Headset.**



**FONTE: Wikipedia (2015)**



Porém, fora deste nicho de mercado, a computação vestível vem tendo dificuldades em encontrar aceitação de mercado. Por exemplo, um dos primeiros relógios inteligentes comerciais, o Fossil Wrist PDA, foi desenvolvido em 2003, e apesar das iniciais reações positivas, seu lançamento conturbado e críticas em questões de seu tamanho e segurança limitaram seu potencial (SMITH, 2005), e o produto foi rapidamente esquecido.

Ainda assim, existe muita área para desenvolvimento da computação vestível. Segundo Sampaio (2010), a computação vestível ainda tem grande potencial para auxiliar pessoas com deficiências e auxiliar na comunicação interpessoal. Porém, ela enfrenta um obstáculo maior que dificuldades tecnológicas: A aceitação de um mercado cada vez mais acostumado com a praticidade de um “*smartphone*”.

## 2.2 Inteligência Ambiental

A “Inteligência Ambiental” (conhecido internacionalmente pela sigla “*AmI*”) é, segundo Bohn (2005), uma forma de transformar os objetos do nosso espaço em objetos inteligentes, que podem “*explorar seus ambientes, comunicar-se com outras coisas inteligentes e interagir com humanos*” (BOHN, 2005, tradução livre). Sua filosofia está diretamente relacionada com os conceitos que conhecemos como computação ubíqua, muitas vezes confundindo-se com esta, mas também se associam fortemente com os conceitos de Internet das Coisas. Ambientes equipados com tal são chamados “ambientes inteligentes”.

Aarts e Wichert (2009) os descreve como “*ambientes eletrônicos sensíveis e adaptáveis que respondem às ações das pessoas e atendem suas necessidades*”. Assim como a computação vestível, a inteligência ambiental busca tornar a interação homem-computador pervasiva, de modo que possamos realizar uma tarefa neste ambiente por voz ou movimento. Diferente da computação vestível, porém, o foco da inteligência ambiental está no ambiente, não na pessoa e, desta forma, ela não é centralizada. Ela também se difere ainda mais dos conceitos clássicos de um computador pessoal, dispersando a informatização em diferentes objetos que se assemelham a terminais que podem ser acessados pelas pessoas.

Entre as aplicações destas áreas, a mais importante é o auxílio a pessoas com necessidades especiais. A inteligência ambiental, uma vez integrada na casa de uma pessoa, pode auxiliar esta a realizar diversas tarefas de acordo com suas necessidades, garantindo “*funções convenientes e suporte a usuário nas áreas de moradia independente, atendimento domiciliar e atendimento residencial em asilos*” (AARTS e WICHERT, 2009, tradução livre).

Hoje, inteligência ambiental ainda está em sua infância, porém já podemos encontrar implementações da tecnologia em regiões mais desenvolvidas. Por exemplo, na cidade de Rio de Janeiro, foram instalados sistemas inteligentes em preparo para a Copa do Mundo de 2014, como o Rio Datamine, um serviço que busca aumentar a transparência e acessibilidade das agências e organizações no Rio de Janeiro colhendo informações e disponibilizando um servidor de acesso gratuito (GUERRINI, Federico, 2015).

Ainda assim, estes tipos de tecnologias ainda estão longe de se tornar comercialmente viáveis. Os custos ainda são altos, e a implementação de um ambiente inteligente pode demorar muito. Finalmente, as tecnologias desenvolvidas muitas vezes podem não se qualificar como computação ubíqua segundo as teorias originais de Mark Weiser, pois elas não possuem interação direta entre o homem e o ambiente, e não ajudam diretamente o homem a realizar tarefas. Por isso, se o foco da tecnologia é puramente a captação de informações, estas são classificadas mais apropriadamente no campo de Internet das Coisas definidas na teoria de Kevin Ashton.

No geral, os conceitos de computação ubíqua e suas derivações se confundem muito com os conceitos de Internet das Coisas, mas os dois são fundamentalmente diferentes. A seguir, será discutido e estudado o conceito de Internet das Coisas, comparando-o diretamente com a computação ubíqua.

### 3 INTERNET DAS COISAS

Segundo Kevin Ashton (2009), a Internet das Coisas (também conhecido como IoT – *Internet of Things*) é um meio de equipar o ambiente com computadores, de forma que eles consigam “*saber tudo o que se precisa saber sobre as coisas*” (tradução livre). Sua teoria surgiu para propor uma alternativa para o estado atual da tecnologia na vida das pessoas, que utilizam os computadores diariamente e continuam sendo o ponto focal de todos os sistemas de tecnologia, não importando quanto os computadores em si evoluam.

Segundo Ashton, “*quase todos dos cerca de 50 petabytes [...] de dados disponíveis na Internet foram primeiro capturados e criados por seres humanos*” (2009, tradução livre). Isso significa que, apesar de todo processamento de informações ser muitas vezes automatizado por sistemas de computador, existe potencial para melhorias na forma como o computador é utilizado e como ele recebe estas informações – mas não da mesma forma que Weiser afirmava, pois Ashton afirma que o problema não está na transparência do computador, mas no próprio indivíduo.

Uma pessoa, segundo Ashton, tem “*pouco tempo, atenção e precisão – o que significa que eles não são muito bons em capturar informações do mundo real*” (2009, tradução livre). A solução, segundo Ashton, seria “*reforçar computadores com suas próprias maneiras de colher informações, para que eles possam ver, ouvir e cheirar o mundo por conta própria*” (2009, tradução livre).

Portanto, a Internet das Coisas é uma solução que busca preparar os objetos do cotidiano para, principalmente, coletar e receber informações sobre o ambiente. Seu foco não está na tomada de decisões ou realização de tarefas, mas sim em como o computador recebe e compartilha as informações do mundo ao seu redor.

O exemplo mais antigo registrado de uma aplicação da Internet das Coisas como é conhecida hoje é a “Máquina de Coca-Cola de Carnegie Mellon”, de 1982, que conseguia automaticamente identificar o estoque de bebidas e a temperatura destas, e depois enviava estas informações pela Internet para os alunos conhecerem a condição da máquina sem precisar ir até ela (EWA HOME, 2015).

Hoje, ainda persiste ideia original de rastrear e identificar o estado de objetos do cotidiano, mas as tecnologias mudaram muito. As principais teorias e aplicações da Internet das Coisas se baseiam em conexões e processamentos de baixo custo, alimentados por fontes alternativas de energia, como energia solar ou eólica, existentes no próprio objeto. Para a comunicação entre objetos, é comum se utilizar conexões sem fio de baixo custo e alcance, como conexões NFC (sigla que significa *Near-Field Communication*, ou Comunicação por Campo de Proximidade), tecnologia de baixo custo e consumo de energia que permite transmissões de dados em curtas distâncias, ou conexões RFID (*Radio-Frequency Identification*, ou Identificação por Radiofrequência), tecnologia que possui alcance maior que a NFC e permite dar uma identidade virtual para o objeto físico (LÓPEZ, 2012).

Na Figura 4, podemos ver um exemplo moderno de utilização da Internet das Coisas. Nela, podemos ver os diferentes objetos e componentes de uma cidade equipados para identificar problemas na infraestrutura desta. Por exemplo, a estrada consegue identificar a própria temperatura, a iluminação pública identifica se ela está desligada ou quebrada, sensores nos prédios indicam qualidade do ar e poluição sonora e o esgoto consegue identificar o nível e pressão da água.

**Figura 4: Cidade inteligente equipada com sensores.**



**FONTE:** Shubham (2015), adaptado pelo autor

Entre outras aplicações existentes para a Internet das Coisas, podemos citar automação em processos de manufatura e produção, onde os produtos podem ser equipados para reconhecer seus próprios defeitos e com redes de comunicação

capazes de validar e identificar produtos falsificados, auxiliando também nas logísticas de cadeias de suprimento, melhorando a segurança de objetos ou informações valiosas, além de fortes aplicações nas áreas da engenharia e saúde (LÓPEZ, 2012).

Analisando o apresentado, é comum também encontrar similaridades entre a Internet das Coisas e computação ubíqua. Hoje principalmente, com o advento das tecnologias móveis como já citado, o termo “Internet das Coisas” acabou virando um jargão comercial muitas vezes confundido ou mesclado com computação ubíqua. Segundo o pesquisador Tomas López (2010), Internet das Coisas é várias coisas, e como o termo é genérico, é impossível para uma única pessoa definir o que o termo significa. Porém, López buscava definir o que Internet das Coisas não é, e segundo ele o termo não significa a mesma coisa que computação ubíqua.

A diferenciação, resumidamente, se baseia no ponto focal entre as duas tecnologias. Na computação ubíqua, o objeto principal da tecnologia é o homem, pois todo conceito de computação ubíqua se define no sujeito e nas suas tarefas do cotidiano. A computação ubíqua busca agir como um facilitador invisível ao homem, uma ferramenta de uso fácil que o homem pode utilizar sem precisar manter o foco na ferramenta em si, mas sim na tarefa a ser exercida.

Por outro lado, na Internet das Coisas o ponto focal é a tecnologia em si. O conceito principal se baseia, de maneira totalmente oposta à computação ubíqua, em eliminar a centralização do homem no processo de um sistema de informação, automatizando toda a entrada e o processamento de dados em um computador. Em seu nível mais básico, na Internet das Coisas o homem só tem o papel de tomador de decisões no processo, mas isso não é um pressuposto da teoria. Desta forma, seria teoricamente possível eliminar totalmente a necessidade do homem em várias tarefas do cotidiano, reduzindo custos, mão de obra necessária e agilizando os processos.

Note também que a Internet das Coisas não precisa necessariamente ser ubíqua, apesar das duas teorias estarem na mesma área de atuação e dependerem de tecnologias similares. Como Tomas López afirma, a computação ubíqua é muito genérica e, sendo seu foco principal a pessoa e não a tecnologia, ela pode ser aplicada de várias formas diferentes, uma abrangência que torna a teoria genérica e a distancia da Internet das Coisas:

“Apesar da miniaturização de dispositivos computacionais e de serviços ubíquos derivados de suas informações são provavelmente requisitos para a IoT, computação penetrante NÃO É a Internet das Coisas. Computação ubíqua não implica o uso de objetos, nem requer infraestrutura de Internet. Os dispositivos miniaturizados que Weiser imaginou poderiam representar qualquer coisa, e prover informações para qualquer coisa.” (LÓPEZ, Tomas Sanchez, 2010, tradução livre.)

Portanto, as duas teorias descritas são distintas, mas conectadas. A computação ubíqua – ao ser vista como uma teoria para o avanço das tecnologias móveis – é muito desfocada da tecnologia em si em sua própria execução e, portanto, acaba sendo muito genérica, sem possuir uma única forma de implementação. Para um desenvolvedor, a computação ubíqua pode ser compreendida e implantada de várias maneiras diferentes, e é por isso que existem tantas categorias diferentes de computação ubíqua no mercado atualmente. A Internet das Coisas, por outro lado, é totalmente focada na tecnologia e em consequência se torna muito mais centralizada, bem-definida e, por consequência, aplicável.

Apesar das formas de execução das duas teorias serem drasticamente diferentes, elas ainda assim se utilizam de tecnologias similares e possuem aplicações em áreas comuns, como a área da saúde. Em especial nos Estados Unidos, que vem sofrendo com problemas na infraestrutura de assistência médica no país, vários pesquisadores estão discutindo as possibilidades de dispositivos de monitoramento e tratamento que possam ser utilizados de forma ubíqua:

“Foco na prevenção e detecção precoce de doenças ou manutenção ideal de condições crônicas prometem aumentar os sistemas de saúde existentes que estão principalmente estruturados e otimizados para reagir à crise e gerenciamento de doenças ao invés do bem-estar.” (OTTO, Chris, et al., 2006, tradução livre.)

Como já mencionado, já existem várias tecnologias que trabalham na área de monitoramento de saúde de maneira ubíqua, como monitores de pulso, de atividades e de diabetes, e entre projetos em desenvolvimento podemos citar o MIThril, que possui sensores de eletrocardiogramas, temperatura da pele e a resposta galvânica da pele, colocando as informações coletadas em uma BAN (ou *Body Area Network* – rede de área corporal) e gerenciando o estado de saúde da pessoa (OTTO, et al., 2006). A Internet das Coisas pode, no futuro, se tornar

fundamental para se trabalhar com o monitoramento do estado de saúde de um indivíduo.

No geral, existe um grande número de artigos científicos e teorias para futuros desenvolvimentos sobre a computação ubíqua publicados na comunidade científica. Porém, como citado anteriormente, no que se trata de Internet das Coisas ainda existe muita confusão no que se dizem as potenciais aplicações, desenvolvimentos futuros e, em certos casos, até mesmo na definição da teoria. Portanto, comparando a Internet das Coisas com a mais antiga computação ubíqua é possível identificar similaridades e, desta forma, prever o futuro de ambas.

Contudo, a parte mais importante é identificar o que é possível e o que pode ser considerado como utópico na realidade atual. Uma grande questão encontrada na teoria da computação ubíqua é determinar o que precisa ser feito sem apontar como fazê-lo, e uma potencial causa para as dificuldades para o desenvolvimento. Desta forma, apesar de ser teoricamente possível, é necessário determinar quais as dificuldades encontradas no desenvolvimento de uma aplicação ou tecnologia utilizando-se da Internet das Coisas.

No próximo capítulo, será descrito um projeto para desenvolvimento de um aparato com o intuito de captar as informações do ambiente e do usuário, de forma a enviar para um sistema em um computador. Este projeto busca avaliar a viabilidade do desenvolvimento de um sistema baseado na teoria da Internet das Coisas, criando um aparelho a partir de tecnologias e técnicas que são de fácil acesso a desenvolvedores comuns.

#### 4 DESENVOLVIMENTO

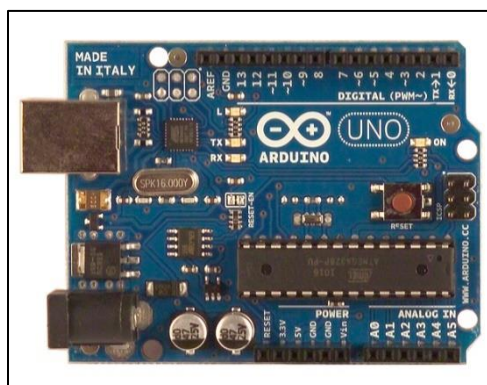
Para testar a viabilidade da utilização de Internet das Coisas no mundo real para desenvolvedores comuns, este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema baseado na teoria do referido assunto, cujo propósito é se utilizar de um equipamento a ser empregado por um indivíduo e recuperar diferentes informações do ambiente, com suas respectivas interações. Todas as informações capturadas serão enviadas para um computador, com o propósito de serem tratadas e utilizadas por ele.

Este desenvolvimento impõe certos desafios a serem trabalhados no projeto. Sendo o intuito da teoria da Internet das Coisas dotar os objetos do ambiente para captação de informações, o equipamento desenvolvido deve ser pequeno e portátil, de modo que seja possível colocá-lo em um objeto do cotidiano. Para garantir a portabilidade do objeto e a possibilidade de transmissão das informações, será necessário o uso de métodos de transmissão de dados sem fio. Sendo sistemas NFC e RFID tecnologias razoavelmente caras e pouco disponíveis para o usuário comum, será utilizada a mais tradicional conexão por rádio frequência. Portanto, para atender todas as necessidades do sistema, ele será desenvolvido em Arduino e utilizando-se de alguns complementos para o mesmo.

O Arduino (visto na Figura 5) é uma plataforma de prototipagem capaz de ser utilizado para projetos eletrônicos e robóticos (SOARES, 2013). Ela é composta por uma controladora Atmel AVR de 8 (oito) bits, pinos digitais e analógicos e entradas USB e serial, além de um código aberto inspirado nas linguagens de programação C e C++. O Arduino é popular no mercado atual por ser adaptável e expansível, além de possuir baixo custo, tamanho pequeno e baixo consumo de energia. Apesar de possuir funções limitadas, suas funcionalidades são suficientes para o desenvolvimento do projeto.



Figura 5: Placa de Arduino, modelo "UNO".

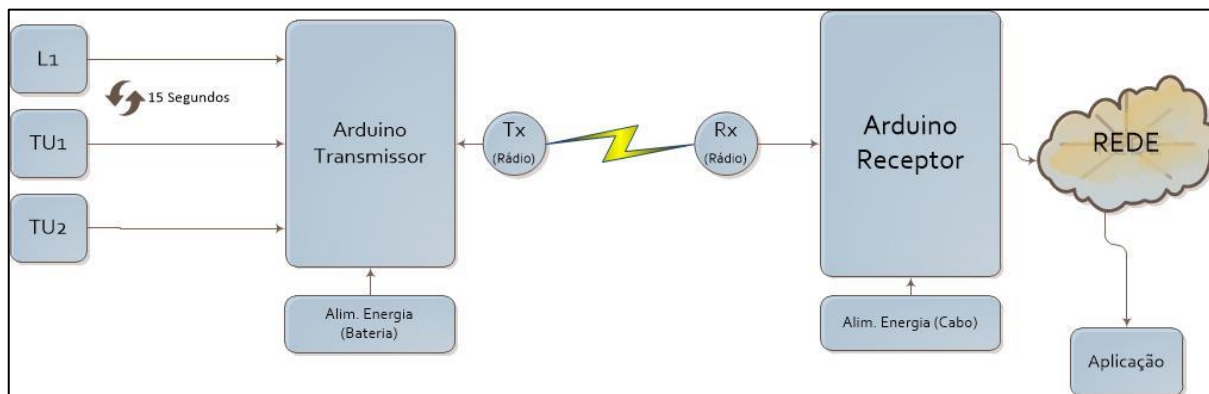


**FONTE: TechTudo**

Uma pesquisa revela que é possível encontrar equipamentos Arduino e guias de uso sobre o assunto facilmente. Também podemos encontrar equipamentos Arduino com o propósito de captar informações de temperatura, umidade, luminosidade e movimento, além de dispositivos para transmissão e recepção de dados por meio de conexões sem fio. O preço destes equipamentos também é acessível, sendo a principal preocupação a fragilidade dos componentes. Desta forma, o Arduino é adequado para o projeto apresentado, uma vez que seja possível proteger os componentes mais frágeis.

Determinadas as ferramentas do desenvolvimento, é iniciado o projeto. Na Figura 6, é possível ver uma imagem representando a composição do sistema de colheita de dados, descrita a seguir de forma gráfica contendo a reprodução das duas placas de Arduino necessárias (uma para captação e transmissão, a outra apenas para a recepção) e os equipamentos de captação de luminosidade (componente L1) e captação de temperatura e umidade (componente TU1 e TU2, responsáveis pela captação interna e externa respectivamente), que devem fazer a atualização das informações em um período de, no máximo, 15 (quinze) segundos. O envio das informações é feito via rádio frequência, gerenciada por componentes de Arduino com a finalidade de transferir (Tx) e receber (Rx) as informações entre as duas placas de Arduino e enviando o recebido via rede para a aplicação que fará o tratamento de dados. Para garantir a portabilidade do Arduino transmissor, também precisamos criar uma forma de fornecer energia de maneira portátil, neste caso sendo empregada uma bateria ligada ao Arduino.

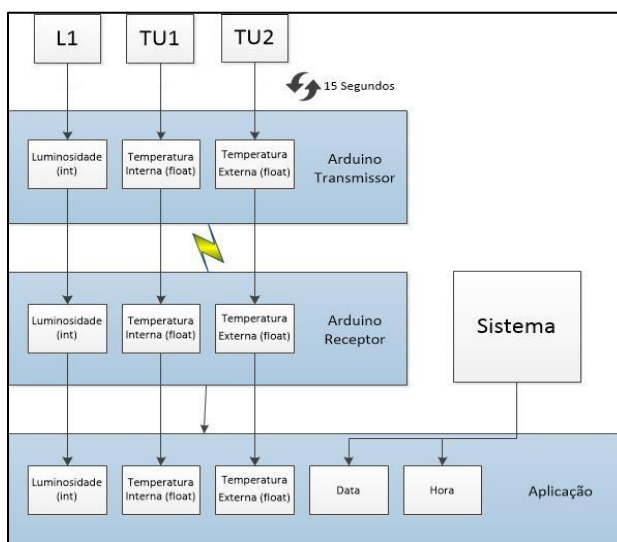
**Figura 6: Representação da composição física do Arduino.**



**FONTE: Próprio autor**

Na Figura 7, é representado o fluxo dos dados que serão alimentados para o sistema. Eles são captados pelos sensores de luminosidade (L1) e de temperatura e umidade (TU1 e TU2), que enviará estes dados para o Arduino receptor e repassará estes para a aplicação. Esta, por sua vez, irá buscar a data e hora atual a partir do sistema operacional e fará o registro de recebimento da informação. Este processo deve ter a duração de cerca de 15 (quinze) segundos no total.

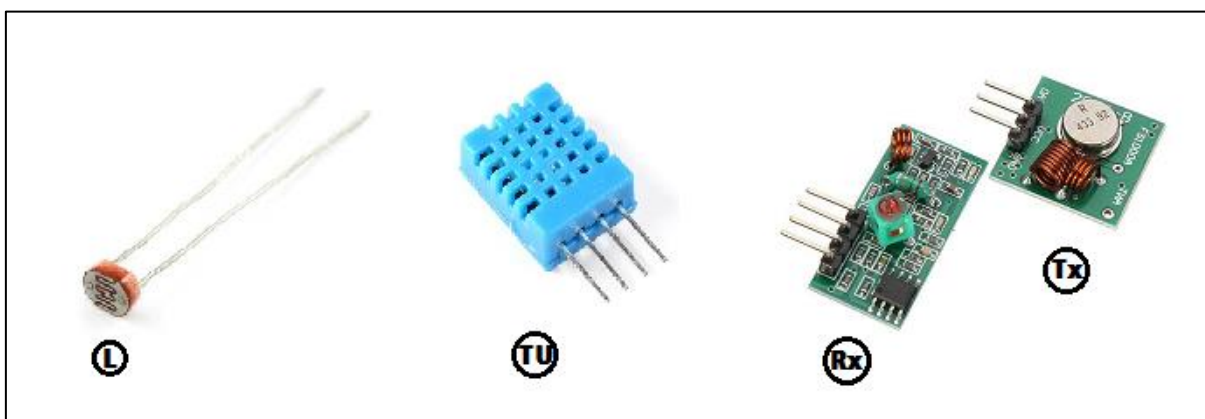
**Figura 7: Representação lógica da captação das informações do Arduino.**



**FONTE: Próprio autor**

Abaixo, na Figura 8, estão as fotos dos sensores utilizados para captura de luminosidade (L) e temperatura (TU) além dos transmissores e receptores de radio frequência (Tx e Rx, respectivamente).

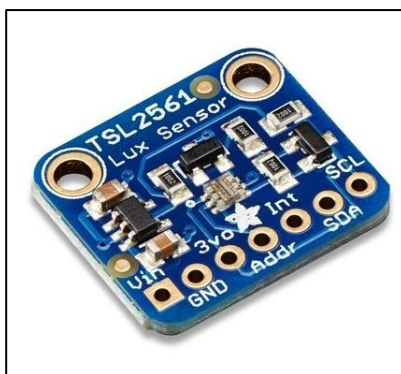
**Figura 8: Componentes de Arduino utilizados. (L) Sensor de luminosidade. (TU) Sensor de temperatura e umidade. (Rx) Módulo receptor de rádio frequência. (Tx) Módulo transmissor de rádio frequência.**



**FONTE: FilipeFlop (2015)**

Dentre estes componentes, é possível verificar que o componente de captação de luminosidade adquirido, o sensor LDR que é composto por dois ligamentos de cobre e um sensor suspenso, é extremamente frágil e não consegue ser implementado em um projeto real. Foi encontrada uma alternativa para substituir o sensor LDR, o sensor de luz TSL2561 (visto na Figura 9), mas ele é maior e mais caro que o desejado para o protótipo. Considerando essa limitação, foi decidido que não será utilizado este sensor de luz no sistema.

**Figura 9: Sensor de luz TSL2561**



**FONTE: FilipeFlop (2015)**

Desta forma, são determinados os requisitos necessários para o desenvolvimento do projeto: 2 (duas) placas de Arduino, 2 (dois) sensores de umidade e temperatura DHT11, 1 (um) módulo RF MX-FS-03V Transmissor 433MHz AM, 1 (um) módulo RF MX-FS-03V Receptor 433MHz AM, 1 (uma) bateria a ser conectada a placa Arduino transmissora e o computador que deve ter como propósito executar o aplicativo a receber os dados do Arduino receptor.

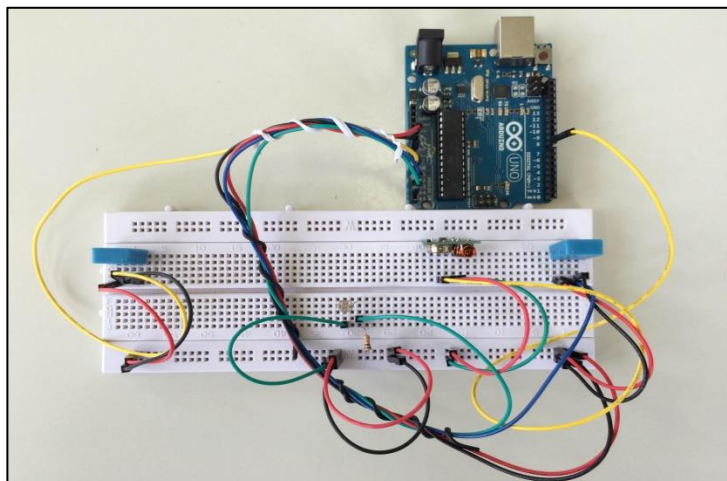
#### 4.1 Montagem

Uma vez definidos os componentes necessários para o equipamento em Arduino, foi iniciado o processo de montagem do mesmo. O primeiro a ser montado foi o equipamento de captação e transmissão de informações, usando uma placa de Arduino do modelo Uno e uma placa “*protoboard*” para a realização de testes.

A placa “*protoboard*”, também conhecida como placa de ensaio, é uma placa que permite o encaixe e uso de componentes eletrônicos sem a necessidade de soldagem. Esta placa geralmente acompanha as placas Arduino e ela foi utilizada no protótipo desenvolvido para testes, mas para o propósito da montagem de um equipamento a ser inserido a um objeto real não é aconselhado o seu uso em questão de seu tamanho e tendência a ter problemas com maus contatos.

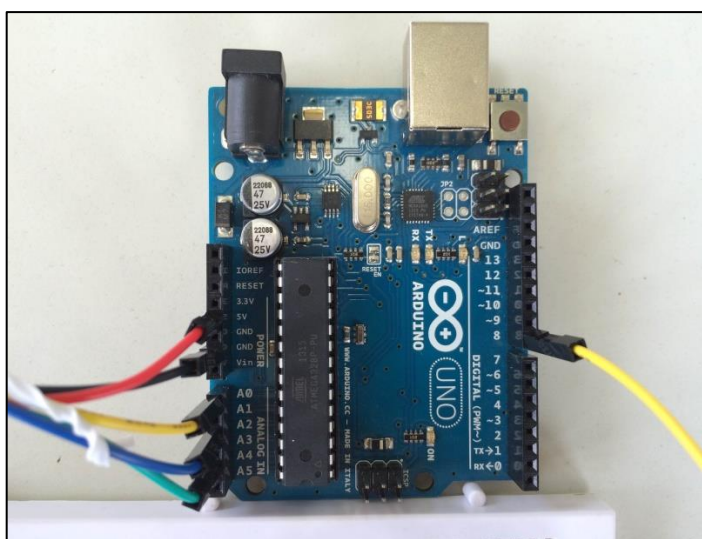
Em seguida, foram instalados os dois componentes Arduino de captação de temperatura e umidade (TU1 e TU2), o sensor de captação de luminosidade (L1) e o transmissor (Tx), conectados via cabos até as entradas da placa de Arduino a partir da “*protoboard*”. O resultado pode ser visto na Figura 10.

**Figura 10: Coletor e transmissor de informações.**



Um detalhamento da placa de Arduino Uno pode ser visualizado na Figura 11. A placa se utiliza primariamente de seis cabos diferentes conectados a ela, sendo os dois cabos da esquerda usados para fornecimento de energia aos componentes L1, TU1, TU2 e Tx, os três cabos do canto inferior esquerdo são usados para a entrada de informações captadas pelos sensores L1, TU1 e TU2 e o cabo da direita é utilizado para a transmissão dos dados para o componente de transmissão de rádio frequência Tx.

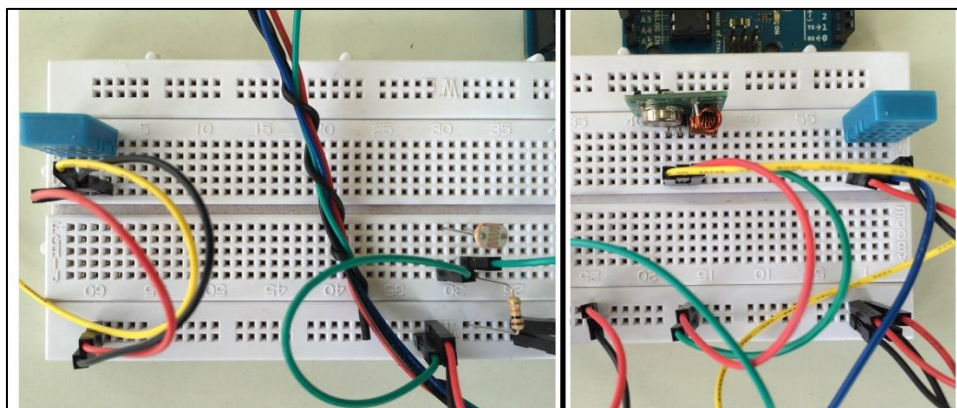
**Figura 11: Detalhamento da placa de Arduino do coletor e transmissor de informações**



**FONTE: Próprio autor**

Finalmente, na Figuras 12, podemos ver os componentes TU1, TU2, L1 e Tx, além das conexões realizadas na placa “*protoboard*” para o funcionamento destes.

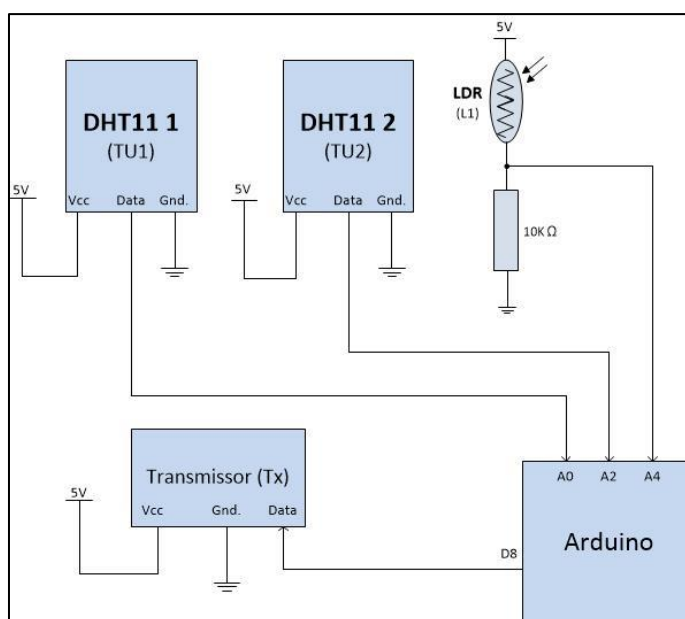
**Figura 12: Placa “*protoboard*” do coletor e transmissor de informações**



**FONTE: Próprio autor**

Também foram elaborados esquemas para detalhar a montagem eletrônica do projeto. No caso do transmissor, temos o diagrama que demonstra as ligações elétricas (entradas “Vcc”, que se utilizam de fontes de alimentação 5 Volts, já disponíveis no Arduino), de aterramento (entradas “Gnd.”, também disponíveis no Arduino) e para transportes de dados (saídas “Data”, além das entradas analógicas A0, A2 e A4 e saída de dados digital D8) dos componentes TU1, TU2, L1 e Tx. O diagrama pode ser visto na Figura 13.

**Figura 13: Diagrama da montagem eletrônica do coletor e transmissor de informações.**

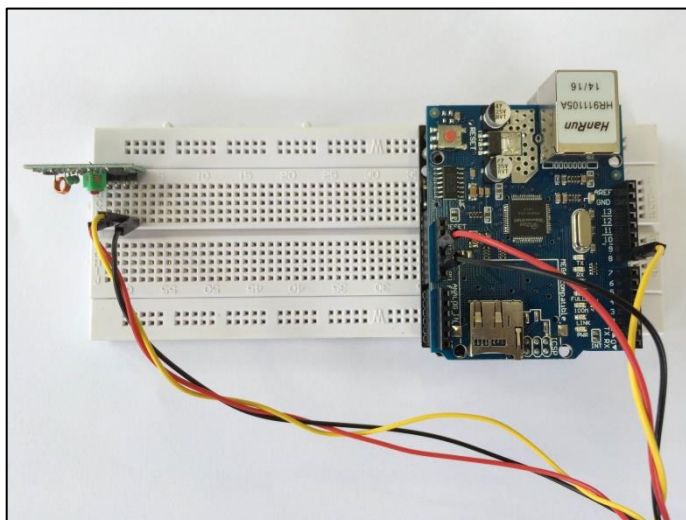


**FONTE: Próprio autor**

O Arduino receptor, por sua vez, necessita apenas do equipamento receptor de rádio frequência Rx, instalado em uma segunda placa “*protoboard*” com conexões para o recebimento dos dados obtidos e fornecimento de energia. Uma foto do Arduino receptor pode ser visto na Figura 14.



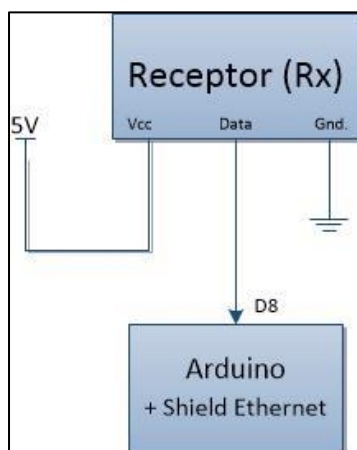
**Figura 14: Receptor de informações.**



**FONTE: Próprio autor**

Por último, pode ser examinado o esquema gráfico para a montagem elétrica do Arduino receptor na Figura 15. Para seu funcionamento, ele requer apenas a ligação do receptor de rádio frequência Rx no fornecimento de energia 5 Volts (Vcc), no aterramento (Gnd.) e a transmissão de dados digital (Data).

**Figura 15: Diagrama da montagem eletrônica do receptor de informações.**



**FONTE: Próprio autor**

## 4.2 Codificação

Uma vez montados os componentes físicos do Arduino, será tratada a parte lógica do protótipo. A programação é realizada em uma linguagem própria do

equipamento Arduino, sendo muito similar as linguagens C ou C++, e o aplicativo para o desenvolvimento da linguagem (geralmente chamada de “IDE” – “*Integrated Development Environment*”, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) é disponibilizado pela própria empresa que desenvolve o Arduino e também é homônimo a ela.

Foram desenvolvidos três programas ao todo: Um para a captação e envio de dados no Arduino transmissor, um para o recebimento de dados no Arduino receptor, e um último sistema para o computador, que deve receber as informações do Arduino e trata-las no computador. Para fazer uso dos componentes de Arduino instalados nas duas placas, é necessário o uso bibliotecas de desenvolvimento já preparadas pelo fabricante, as bibliotecas DHT (para o sensor de temperatura e umidade) e VirtualWire (para o transmissor e receptor).

O programa do Arduino transmissor efetua três funções básicas: Primeiro, ele inicia o sistema empregando a função “setup”, usando as linhas começadas com “vw” para preparar o dispositivo transmissor e as linhas começadas com “dht1” e “dht2” e para preparar os sensores de temperatura e umidade. Segue o código para a função “setup”.

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    // Inicia o transmissor Tx  
    vw_set_tx_pin(8);  
    vw_setup(4000);  
    // Inicia o leitor de temperatura e umidade  
    dht1.begin();  
    dht2.begin();  
}
```

Depois, ele entra em um processo de repetição (a função “loop”) que busca as informações do ambiente, armazena o obtido em variáveis, prepara uma mensagem que junta todos os elementos em uma variável “data” e invoca a terceira função, que envia a mensagem preparada pela função “send”. O processo de repetição tem um atraso de 10000 milissegundos (ou 10 segundos) antes de executar a si mesmo novamente. O código da função “loop” é demonstrado abaixo.



```

int sensor_luminosidade = A4;
int valor_sensor_luminosidade = 0;
void loop() {
    // Efetua a leitura de luminosidade
    valor_sensor_luminosidade = analogRead(sensor_luminosidade);
    // Efetua a leitura de Umidade e Temperatura
    int u1 = dht1.readHumidity();
    int t1 = dht1.readTemperature();
    int u2 = dht2.readHumidity();
    int t2 = dht2.readTemperature();
    // Concatena a mensagem em "data"
    sprintf(data,"%d|%d|%d|%d|%d",
    t1,u1,t2,u2,valor_sensor_luminosidade);
    // Envia mensagem e aguarda 10s
    send(data);
    delay(10000);
}

```

O Arduino receptor efetua duas funções importantes para garantir seu funcionamento. De forma similar ao Arduino transmissor, o receptor deve inicializar o componente receptor de radio frequência Rx com o “setup” para receber as transmissões, com a única diferença que o receptor fica ativo desde o início da execução, mas ele também deve inicializar as conexões via cabo Ethernet para transmitir dados para o computador.

```

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    // Inicia o receptor Rx
    vw_set_rx_pin(8);
    vw_setup(4000);
    vw_rx_start();
    // Inicia a conexão Ethernet
    Ethernet.begin(mac);
    Udp.begin(porta_local);
}

```

A função “loop” do receptor também se repete durante certos intervalos, porém não possui atraso e pode funcionar continuamente por não necessitar de bateria. Ele fica aguardando uma mensagem, e ao receber uma mensagem com o tamanho correto ele mostra a mensagem recebida e inicia o envio de pacotes com a mensagem para o computador com a aplicação.

```

void loop()
{
    // Verifica a mensagem recebida
    uint8_t message[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
    uint8_t msgLength = VW_MAX_MESSAGE_LEN;
    if (vw_get_message(message, &msgLength))
    {
        sprintf(mensagem,"%s",message);
        // Mostra a mensagem recebida para testes
        Serial.print("Recebido: ");
        Serial.print(mensagem);
        Serial.println();
        // Envia a mensagem via conexão Ethernet
        Udp.beginPacket(ip_remoto,porta_remota);
        Udp.write(mensagem);
        Udp.endPacket();
    }
}

```

Finalizando o sistema, a última aplicação fica ativa no computador e recebe as informações enviadas. Esta aplicação e a forma como ela trata os dados, assim como representado na teoria da Internet das Coisas, não é o foco do desenvolvimento apresentado, e poderia ser facilmente substituída por outra aplicação com o propósito de enviar as informações captadas para a Internet ou para outro sistema similar. Para possibilitar os testes do sistema elaborado, o programa do computador captura as informações recebidas do Arduino receptor a partir da conexão cabeada Ethernet e gera as mensagens para o acompanhamento dos dados adquiridos. Esta aplicação foi desenvolvida na linguagem C, e seu código fonte pode ser visto a seguir.

```

#include "./local.h"
main(int argc, char * argv[])
{
    int socket_servidor, socket_cliente, bytes_recebidos, bytes_enviados;
    struct sockaddr_in servidor, cliente;
    int tamanho_cliente = sizeof(cliente);
    int tamanho_servidor = sizeof(servidor);
    char buffer[MAX_SIZE_BUFFER];
    // Inicia conexão Ethernet e aguarda mensagens
    socket_servidor = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
    bzero(&servidor, sizeof(servidor));
    servidor.sin_family = AF_INET;
    servidor.sin_port = htons(8888);
    servidor.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

```

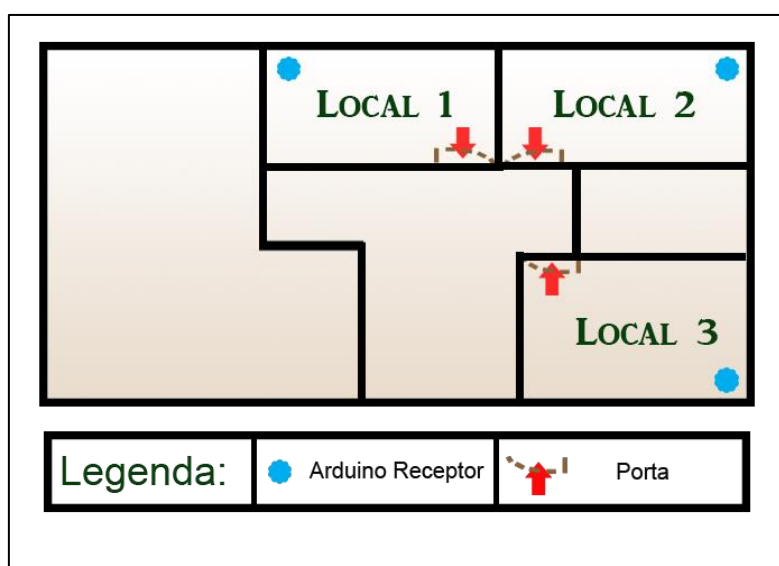
```
bind(socket_servidor,(struct sockaddr *)&servidor, tamanho_servidor);
while (1) {
    // Lê mensagem recebida e mostra na tela
    bytes_recebidos = recvfrom(socket_servidor, buffer,
MAX_SIZE_BUFFER, 0,(struct sockaddr *)&cliente,&tamanho_cliente);
    buffer[bytes_recebidos]='\0';
    printf("Servidor recebeu: %s.\n", buffer);
}
close(socket_servidor);
return 0;
}
```

No capítulo seguinte, será demonstrado o teste realizado com o sistema de captação, os resultados obtidos e discussões a respeito dos resultados e do desenvolvimento em si.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para verificar seu funcionamento, foi realizado um teste simples com o sistema de captação que consiste em andar por diferentes localidades de uma casa com o equipamento captador de informações em Arduino ligado, pausando brevemente em cada local e registrando os envios para o Arduino receptor. Na Figura 16, é possível verificar a estrutura do local onde foram realizados os testes, além de os locais onde foram posicionados vários receptores de informação, para garantir a melhor qualidade do sinal.

Figura 16: Layout do local dos testes.



FONTE: Próprio autor

Na execução do teste com as placas de Arduino desenvolvidas, foram registradas as informações de temperatura e umidade do sensor TU1 e TU2, a luminosidade adquirida do L1 e também a posição da pessoa no momento da captação de informações, que pode ser Local 1, Local 2 ou Local 3 (representados na Figura 14 acima). Importante ressaltar que, nas leituras efetuadas de luminosidade, a escala representa a resistência elétrica e varia de 0 (zero) a 1023 (mil e vinte e três), sendo 0 mais claro e 1023 o mais escuro. Os resultados foram adquiridos pelo sistema, depois foram compilados em ordem cronológica na Tabela 1 vista a seguir.

Tabela 1 – Resultados dos testes com sistema em Arduino.

Local da Coleta	Temperatura 1 (Celsius)	Umidade 1 (%)	Temperatura 2 (Celsius)	Umidade 2 (%)	Luminosidade
1	31 °C	56 %	31 °C	55 %	46
2	31 °C	56 %	31 °C	55 %	46
3	31 °C	57 %	31 °C	55 %	46
3	31 °C	56 %	31 °C	55 %	26
2	31 °C	56 %	31 °C	55 %	12
1	31 °C	56 %	31 °C	55 %	46
1	31 °C	56 %	31 °C	55 %	46
2	32 °C	56 %	31 °C	55 %	88
3	32 °C	56 %	31 °C	55 %	85
3	32 °C	56 %	31 °C	55 %	86
2	32 °C	55 %	31 °C	55 %	46
1	32 °C	55 %	32 °C	55 %	44
1	32 °C	55 %	32 °C	54 %	44
2	32 °C	55 %	32 °C	54 %	44
3	32 °C	55 %	32 °C	54 %	44
3	32 °C	55 %	32 °C	54 %	44
2	32 °C	55 %	32 °C	53 %	43
1	32 °C	56 %	32 °C	53 %	43
1	32 °C	56 %	32 °C	53 %	43
2	32 °C	56 %	32 °C	53 %	43
3	31 °C	56 %	32 °C	53 %	42
3	31 °C	56 %	32 °C	53 %	42
2	31 °C	56 %	31 °C	54 %	43

Fonte: Próprio autor

Analisa-se nos resultados que os dois sensores de temperatura e umidade se mantiveram estáveis durante o período de realização dos testes, e não houve discrepâncias alarmantes nos resultados dos dois sensores. O sensor de luminosidade, por sua vez, apresentou maior variedade nas leituras iniciais, o que é considerado aceitável por sua natureza, e também se estabilizou no final.

Os resultados coincidem com o esperado e, portanto, os testes realizados podem ser considerados um sucesso. Desta forma, também é possível tomar conclusões sobre a viabilidade de tal projeto. Considerando que o projeto foi finalizado em menos de um mês, foi desenvolvido a partir de 2 (dois) Kits de desenvolvimento para iniciantes com o valor de R\$ 139,90 cada (FILIPEFLOP, acesso em 2015) e não envolveu nenhuma experiência ou conhecimento prévio com desenvolvimento em Arduino, este trabalho considera a Internet das Coisas uma

opção viável para criação de projetos por programadores e desenvolvedores comuns.

Para potenciais desenvolvimentos futuros deste projeto, é possível fazer a soldagem da placa Arduino e imbuir alguma vestimenta com o sistema desenvolvido, para eliminar a necessidade da placa “*protoboard*” e tornar o equipamento mais ubíquo. Também é importante garantir a qualidade do sinal – utilizar transmissores e receptores mais potentes pode eliminar a necessidade para múltiplos receptores em um ambiente real.

Uma última possibilidade seria a expansão da aplicação utilizada no computador, realizando um tratamento nos dados, disponibilizando o adquirido pela Internet ou transferindo a informação captada para uma rede de dados, a meio de ser utilizada por outras aplicações similares.

Realizado o projeto e apresentados os resultados do mesmo, será passado para o último capítulo da monografia, onde serão feitas as considerações finais do trabalho.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da apresentação e análise dos dados, observa-se o potencial da Internet das Coisas para o mercado atual, seja ele pelo ponto de vista de um desenvolvedor, um produtor ou até mesmo para um usuário comum.

Cada vez mais, verifica-se uma mudança cultural em relação à tecnologia. Antes um invasor de nossas vidas cotidianas, hoje ele se torna um alicerce indispensável para nossas tarefas. Apesar dele ainda não poder ser considerado ubíquo pelas definições de Mark Weiser, ainda assim a tecnologia começa a penetrar na sociedade e influenciá-la de várias maneiras, sejam elas visíveis ou transparentes.

Por outro lado, as informações coletadas e os testes efetuados nesta monografia apontam para a Internet das Coisas não como um projeto utópico, mas como uma realidade concreta e alcançável, sendo desenvolvida por empresas e consórcios como a “Open Interconnect Consortium” que tem como objetivo *“definir os requerimentos de conectividade e garantir a interoperabilidade dos bilhões de dispositivos que irão compor a emergente Internet das Coisas”* (OPEN INTERCONNECT CONSORTIUM, acesso em 2015, tradução livre).

Mas isso não quer dizer que a computação ubíqua não tem valia para o desenvolvimento da Internet das Coisas. Hoje, a nova realidade é que o mundo é caracterizado pela necessidade de informação rápida e acessível. Sendo o conhecimento um bem tão precioso no cotidiano do ser humano contemporâneo, não seria a evolução natural da teoria da computação ubíqua deixar de se preocupar com as tarefas e começar a focar na informação?

Desta forma, analisando as diferenças e os paralelos entre as duas teorias e entendendo as novas necessidades da sociedade atual, além de considerar os estudos de viabilidade aqui apresentados e o potencial para desenvolvimentos da teoria da Internet das Coisas, é possível ver como ela tem o potencial de se tornar um novo futuro para a computação ubíqua.

## REFERÊNCIAS

AARTS, Emile; WICHERT, Reiner. **Ambient intelligence**. Springer Berlin Heidelberg, 2009.

ALTMAN, Ian. **Why Google Glass Failed and Why Apple Watch Could Too**, 28 abr. 2015, disponível em: <[www.forbes.com/sites/ianaltman/2015/04/28/why-google-glass-failed-and-why-apple-watch-could-too/](http://www.forbes.com/sites/ianaltman/2015/04/28/why-google-glass-failed-and-why-apple-watch-could-too/)>. Acesso em: 16 nov. 2015

ASHTON, Kevin. **That “Internet of Things” Thing**, RFID Journal LLC, 1999

BOHN, Jürgen et al. Social, economic, and ethical implications of ambient intelligence and ubiquitous computing. In: **Ambient intelligence**. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 5-29.

EWA HOME. **The History of Internet of Things** – How a Coke Machine became the first famous IOT, disponível em: <<http://ewahome.com/internet-of-things-iot/history-of-internet-of-things/>>. Acesso em: 26 jun. 2015

FILIPEFLOP. **Kit Arduino Start**, disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-6b5b2-kit-arduino-start.html?ct=3d60e&p=1&s=1>>. Acesso em: 17 nov. 2015

GUERRINI, Federico. **World's Top 7 Smart Cities Of 2015 Are Not The Ones You'd Expect**, Forbes, 28 jan. 2015, disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/federicoguerrini/2015/01/28/worlds-top-7-smartest-cities-of-2015-are-not-the-ones-you-d-expect/>>. Acesso em: 04 nov. 2015

KANTAR WORLDPANEL *apud* G1. **Brasileiro gastou R\$ 900, em média, para comprar smartphone em 2014**, 02 abr. 2015, disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2015/04/brasileiro-gastou-r-900-em-media-para-comprar-smartphone-em-2014.html>>. Acesso em: 26 jun. 2015

LÓPEZ, Tomás Sánchez. **What the Internet of Things is NOT**. Technical Blog, 22 mar. 2010, disponível em: <<http://technicaltoplus.blogspot.com.br/2010/03/what-internet-of-things-is-not.html>>. Acesso em 10 ago. 2015

LÓPEZ, Tomás Sánchez et al. **Adding sense to the Internet of Things**. Personal and Ubiquitous Computing, v. 16, n. 3, p. 291-308, 2012.

MANN, Steve. **Wearable computing**: A first step toward personal imaging. Computer, v. 30, n. 2, p. 25-32, 1997.

MELANSON, Donald. **Gaming the system**: Edward Thorp and the Wearable Computer that Beat Vegas, 18 set. 2013, disponível em: <<http://www.engadget.com/2013/09/18/edward-thorp-father-of-wearable-computing/>> Acesso em: 04 nov. 2015

MICHAELIS. **Significado de "ubíquo"**, Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=ub%EDquo>>. Acesso em 21 ago. 2015.



MIT PROJECT OXYGEN, **Project Overview**. Disponível em: <<http://oxygen.csail.mit.edu/Overview.html>>. Acesso em: 10 ago. 2015

OPEN INTERNET CONSORTIUM, **What is OIC?** Disponível em: <<http://openinterconnect.org/>>. Acesso em: 18 nov. 2015

OTTO, Chris et al. **System architecture of a wireless body area sensor network for ubiquitous health monitoring**. Journal of Mobile Multimedia, 2006.

PRANDI, Andrea. Geração Y é a que mais usa smartphone, **Kantar Worldpanel**, Barueri – SP, 27 out. 2014, disponível em: <<http://www.kantarworldpanel.com/br/Releases/Geracao-Y-e-a-que-mais-usa-smartphone>> Acesso em: 16 nov. 2015

SAMPAIO, Leandro. **Computação Vestível: Panorama Histórico e Conceitual**, Centro Universitário Senac, 2010, disponível em: <<http://blogs.anhembibr.com/congressodesign/anais/artigos/70105.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2015

SMITH, Tony. Fossil Wrist PDA FX2008 – From palm to wrist, **The Register**, 21 mar. 2005, disponível em: <[http://www.theregister.co.uk/2005/03/21/review\\_fossil\\_wrist\\_pda?page=2](http://www.theregister.co.uk/2005/03/21/review_fossil_wrist_pda?page=2)>. Acesso em: 04 set. 2015

SOARES, Karla. O que é um Arduino e o que pode ser feito com ele?, **TechTudo**, 04 out. 2013, disponível em: < <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/10/o-que-e-um-arduino-e-o-que-pode-ser-feito-com-ele.html> >. Acesso em 13 nov. 2015

VIEIRA, Cynthia. Quase todas as casas brasileiras tem celular, **Kantar Worldpanel**, Barueri – SP, 29 mai. 2014, disponível em: <<http://www.kantarworldpanel.com/br/Releases/Quase-todas-as-casas-brasileiras-tem-pelo-menos-um-celular>>. Acesso em: 26 jun. 2015

WEISER, Mark. The computer for the 21st century. **Scientific american**, v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.

WEISER, Mark. **Some computer science issues in ubiquitous computing**. Communications of the ACM, v. 36, n. 7, p. 75-84, 1993.

WEISER, Mark. **The world is not a desktop**, ACM Interactions, 7 nov. 1993, disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/ACMInteractions2.html>>. Acesso em: 16 nov. 2015