

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FATEC PROFESSOR JESSEN VIDAL**

EVELYN DIAS SANTOS

***INTERNET DAS COISAS: MODELO PARA CONEXÃO
UBÍQUA DE OBJETOS FÍSICOS AO MUNDO DIGITAL***

São José dos Campos
2015

EVELYN DIAS SANTOS

***INTERNET DAS COISAS: MODELO PARA CONEXÃO
UBÍQUA DE OBJETOS FÍSICOS AO MUNDO DIGITAL***

Trabalho de Graduação apresentado
à Faculdade de Tecnologia São José dos
Campos, como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título de
Tecnólogo em Banco de Dados.

Orientador: Me. Giuliano Araujo Bertoti

São José dos Campos
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

DIAS SANTOS, Evelyn

Internet das Coisas: modelo para conexão ubíqua de objetos físicos ao mundo digital.

São José dos Campos, 2015.

54f.

Trabalho de Graduação – Curso de Tecnologia em Banco de Dados, FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal, 2015.

Orientador: Mestre Giuliano Araujo Bertoti.

1. Áreas de conhecimento. I. Faculdade de Tecnologia. FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal. Divisão de Informação e Documentação. II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA –

DIAS SANTOS, Evelyn. ***Internet das Coisas: modelo para conexão ubíqua de objetos físicos ao mundo digital.*** 2015. 54f. Trabalho de Graduação - FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal.

CESSÃO DE DIREITOS –

NOME DO AUTOR: Evelyn Dias Santos

TÍTULO DO TRABALHO: *Internet das Coisas: modelo para conexão ubíqua de objetos físicos ao mundo digital*

TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Graduação / 2015.

É concedida à FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal permissão para reproduzir cópias deste Trabalho e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Trabalho pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Evelyn Dias Santos

Rua Nalva Paiva Mata, Jd. São Vicente

CEP 12224-440 – São José dos Campos – São Paulo

EVELYN DIAS SANTOS

***INTERNET DAS COISAS: MODELO PARA CONEXÃO
UBÍQUA DE OBJETOS FÍSICOS AO MUNDO DIGITAL***

Trabalho de Graduação apresentado
à Faculdade de Tecnologia São José dos
Campos, como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título de
Tecnólogo em Banco de Dados.

Composição da Banca

Luiz Antônio Tozi, Dr, FATEC

Jefferson Uchôas, Tecnólogo, Polícia Militar do Estado de São Paulo

Giuliano Araujo Bertoti, Me, FATEC

____/____/____

DATA DA APROVAÇÃO

Ao meu engenhoso Pai Eduardo, à
minha dedicada Mãe Cristina e aos meus
irmãos Andrew Augusto, Jennifer Dominique e
Stephanie Karoline.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Me. Giuliano Bertoti que, com muita paciência e atenção, dedicou do seu valioso tempo para me orientar em cada passo deste trabalho e também ao Profº Diogo Branquinho e a todos os professores pela forte contribuição e influência em minha vida acadêmica e profissional.

Aos meus colegas de trabalho, de classe e amigos, em especial ao Alexandre Iwamoto, Felipe Imamura e Mikhael El Jalis que por muitas vezes me auxiliaram em momentos difíceis. Obrigada a todos pela paciência, pelo sorriso, pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês.

Agradeço também imensamente à Deus, aos meus pais e familiares pelo apoio e encorajamento contínuo e que nunca duvidaram do meu sucesso. Foi preciso muito esforço, determinação, paciência, perseverança, ousadia e maleabilidade para chegar até aqui, e nada disso eu conseguiria sozinha. Minha eterna gratidão a todos aqueles que colaboraram diretamente ou indiretamente para que esta conquista pudesse ser concretizada.

“A web não está concluída, é apenas a
ponta do iceberg. As novas mudanças irão
balançar o mundo ainda mais”

Tim Berners-Lee

RESUMO

A falta de tempo na rotina, afeta de maneira considerável o dia-a-dia das pessoas, que por este motivo, postergam tarefas de maior importância pessoal, priorizando atividades relacionadas a tarefas rotineiras. A *Internet* das Coisas (IoT) refere-se a uma revolução tecnológica que tem como propósito conectar os itens do dia a dia à rede mundial de computadores. Portanto o objetivo deste projeto, é demonstrar um modelo de conexão ubíqua para objetos físicos do dia-a-dia ao mundo digital, aplicando o paradigma da IoT em um protótipo de uma janela, onde a abertura e o fechamento da mesma, são realizados de acordo com as leituras das condições climáticas pela *Internet*. Para o desenvolvimento desse modelo, foi utilizada uma biblioteca para conexão com a nuvem que permite a coleta dos dados de previsões climáticas do Yahoo juntamente com o sensor de chuva, que são processados através da placa micro controladora Arduino *Yún*. A janela possui inteligência suficiente no ambiente para que não seja necessário o controle do usuário por meio de aplicativos, diminuindo assim, as tarefas e a carga cognitiva relacionadas as obrigações do usuário final. Através desse projeto certificou-se que é possível implementar uma solução simples, vantajosa e de baixo custo utilizando a *Internet* das Coisas.

Palavras-Chave: *Internet* das Coisas; IoT; Arduino *Yún*; sensor de chuva; conexão ubíqua.

ABSTRACT

The lack of time in routine, affects significantly the day-to-day of the people, who for this reason, usually postpone seeking treatment tasks of greater personal importance prioritizing activities related to routine tasks. The Internet of Things (IOT) refers to a technological revolution that has as purpose connect the items from day to day to the worldwide network of computers. Thus, the aim of this project is to demonstrate a model of ubiquitous connection to physical objects of the day-to-day in the digital world, by applying the paradigm of IOT in a prototype of a window, where the opening and closing of same, are carried out according to the readings of climatic conditions over the Internet. For the development of this model, it was used a library to connect to the cloud that allows the collection of data of climate forecasts Yahoo along with the rain sensor, which are processed through the board Microcontroller Arduino Yún. The window has sufficient intelligence in the environment so that you do not need user control by means of applications, thus reducing the tasks and cognitive load related to the obligations of the end user. Through this project has certified that it is possible to implement a simple solution, advantageous and low cost using the Internet of Things.

Keywords: Internet of Things; IoT; Arduino Yún; rain sensor; ubiquitous connection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - A tabela periódica dos Objetos Encantados	15
Figura 1.2 - Tempo gasto por tipo de atividade	16
Figura 1.3 - Tempo gasto em cada atividade	17
Figura 2.1 - Computação Ubíqua	20
Figura 2.2 - Posicionamento da Computação Ubíqua	20
Figura 2.3 – Conexão contínua com a <i>Internet</i>	21
Figura 2.4 - Cultivo controlado por smartphones	22
Figura 2.5 - HUE: Iluminação personalizada Wireless	23
Figura 2.6 - <i>Ambient Umbrella</i>	24
Figura 2.7 - Arduino Uno R3 (Frente)	25
Figura 2.8 - Estrutura de comunicação com OpenWrt-Yún via Ponte	26
Figura 2.9 - Acesso REST API	27
Figura 2.10 - Tela de inicialização do OpenWRT Linino do Yún	27
Figura 2.11 - Plataformas disponíveis no Temboo	29
Figura 3.1 - Arquitetura do Sistema	30
Figura 3.2 - <i>Shield Yún</i> conectado à uma placa Arduino	32
Figura 3.3 - IDE do Arduino	32
Figura 3.4 - Conexão do Sensor de Chuva ao Arduino	34
Figura 3.5 – Condição para acender o Led	34
Figura 3.6 - Conexão do Motor 28BYJ-48 e Driver ULN2003 à placa Arduino	35
Figura 3.7 - Código para controle do Motor de Passo	36
Figura 3.8 - <i>Shield Dragino</i> como <i>Access Point</i>	37
Figura 3.9 - Painel de Controle do Dragino	37
Figura 3.10 - Biblioteca TembooAccount.h para acesso ao Temboo	38
Figura 3.11 - Código para recuperar informações do tempo	39
Figura 4.1 - Leituras realizadas pelo sensor de chuva no estado <i>high</i>	43
Figura 4.2 - Coleta do XML sem a previsão de chuva	44
Figura 4.3 - Janela no estado "aberta"	44
Figura 4.4 - Coleta do XML com a previsão de chuva	45
Figura 4.5 - Janela no estado "Fechada"	45
Figura 4.6 - Leituras realizadas pelo sensor de chuva no estado <i>low</i>	46
Figura 4.7 - Coleta do XML com a previsão de chuva fraca	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de leitura de intensidade de volume de água	33
Tabela 2 - Elementos disponíveis do Yahoo <i>Weather</i>	41
Tabela 3 - Códigos de condições climáticas	42

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	14
1.1- Objetivo	17
1.2- Metodologia	17
1.3- Organização do trabalho	18
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1- Computação Ubíqua	19
2.2- <i>Internet</i> das Coisas	21
2.3- Exemplos de Aplicação	22
2.3.1-NIWA – Sistema Hidropônico	22
2.3.2-HUE – Sistema de Iluminação automática	22
2.3.3- <i>Ambient Umbrela</i> – Aviso de alterações climáticas	23
2.4- Arduino	24
2.4.1-Arduino <i>Yún</i>	25
2.4.2-OpenWrt- <i>Yún</i>	26
2.5- Sensores	28
2.5.1-Sensor de Chuva	28
2.6- Plataforma TEMBOO	28
3- DESENVOLVIMENTO	30
3.1- Arquitetura da aplicação	30
3.2- Conexão do <i>Shield Yún</i> à placa Arduino e configuração da IDE	32
3.3- Conexão do Arduino com o sensor de chuva	33
3.4- Conexão do Motor de Passo à placa Arduino	35
3.5- Configuração do <i>Yún Shield</i>	36
3.6- Comunicação do Arduino <i>Yún</i> com a Plataforma Temboo	38
4. RESULTADOS	40
4.1- Padrão de Configuração do Yahoo <i>Weather</i>	40
4.1.1-Address	40

4.1.2-Response Format	40
4.1.3-Day	40
4.1.4-Units	40
4.2- Parâmetros avaliados	40
4.3- Leituras obtidas através do sensor de chuva e da API do Yahoo <i>Weather</i>	42
4.4.1-Leituras sem valores de chuva para API e sensor	42
4.4.2-Leituras com valores de chuva para a API e <i>high</i> para o Sensor de chuva	44
4.4.3-Leituras com valores de chuva	45
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
5.1- Contribuições e conclusões	47
5.2- Trabalhos futuros	48
6- REFERÊNCIAS	49

1- INTRODUÇÃO

A Tecnologia da Informação está se transformando com a tendência de se tornar ainda mais onipresente na sociedade (SONDERGAARD, 2011). No final dos anos 80, através do artigo “*The computer for the 21st Century*”, foi previsto por Weiser (1991) um aumento de função e disposição de serviços de computação para os usuários finais, entretanto a visibilidade destes serviços seria a menor possível dando ênfase na ideia da onipresença e da miniaturização, para ele, a computação não seria exclusividade de um computador, uma caixa mesmo que em medidas reduzidas e, sim, diversos dispositivos conectados entre si.

Esse desenvolvimento permite a mobilidade de aparelhos, e isso faz com que o usuário seja capaz de utilizar serviços que um computador oferece independente de sua localização física. Assim, tem-se um aumento de habilidade de mover fisicamente serviços de computação junto ao usuário em movimento, transformando a computação em uma atividade que pode ser levada para qualquer lugar, possibilitando interação simples, intuitiva e dinâmica, proporcionando segurança, comodidade, praticidade e naturalidade (ARAUJO, 2003) (LEMOS e JOSGRILBERG, 2009).

O Arduino consisti em uma plataforma de código aberto para prototipagem eletrônica baseado em *software* e *hardware* flexível, que permite a automação de projetos eletrônicos e robóticos (ARDUINO, 2014). Considera-se a mais importante função deste *hardware*, o poder de controlar, pois desta forma se torna possível enviar e receber informações de praticamente qualquer outro sistema eletrônico (FILHO, 2012). Com esta placa se torna possível a elaboração, por exemplo, de um sistema de captação de dados de sensores, como temperatura, umidade e iluminação, processá-los e enviá-los para um sistema remoto (PROJETO 39, 2010).

Nesta situação, surge o conceito de *Internet of Things* (IoT) que faz referência a uma revolução tecnológica que objetiva a conexão de itens do dia a dia à rede mundial de computadores. Constantemente são produzidos eletrodomésticos, meios de transportes e até mesmo calçados, vestuários e maçanetas conectadas à *Internet* e a outros dispositivos, como computadores e *smartphones*. VERMESAN e FRIESS (2011) definem a IoT como uma rede de infraestrutura global que abrange paradigmas e protocolos de comunicação entre objetos físicos e virtuais que interagem com o mundo real por meio de interfaces inteligentes.

Através de objetos dedicados, os computadores gradualmente desaparecerão dos ambientes, enquanto a capacidade de processamento de informação irá difundir por todo o cenário em volta. Com a habilidade de processar as informações interligadas, os objetos vão

possuir capacidade intelectual. Eles poderão também obter identificações eletrônicas na qual poderão ser consultados via acesso remoto ou serem equipados com sensores para identificar alterações ao seu redor. Dispositivos imóveis e silenciosos se tornarão seres animados e comunicadores, inserindo inteligência nos ambientes (SANTAELLA, 2008) (VILLARES, HERSCOVICI, *et al.*, 2008).

Os objetos passaram a possuir uma identificação na *Internet* e os dados coletados por meio de sensores são armazenados em plataformas *online* (XIVELY, 2013). A ligação de objetos permite criar soluções que irão transformar o modo como usuários interagem com a tecnologia a qual eles terão a necessidade de adaptar-se com as novas experiências.

Esses dispositivos estarão conectados entre si, formando uma grande rede ubíqua e irão interagir buscando auxiliar nas diversas atividades das pessoas, instituições e empresas, desde as tarefas simples até as mais complexas (ARAÚJO, 2003). Para isso, há dois pontos-chaves na computação ubíqua: o tamanho desses dispositivos e suas localizações, para que eles possam interagir e se integrar automaticamente com outros dispositivos em novas localizações (WEISER, 1991) (SOUZA, 2007). A Figura 1.1 representa algumas ideias de objetos que podem ser conectados à *Internet* (ENCHANTED OBJECTS, 2014).

Figura 1.1 - A tabela periódica dos Objetos Encantados

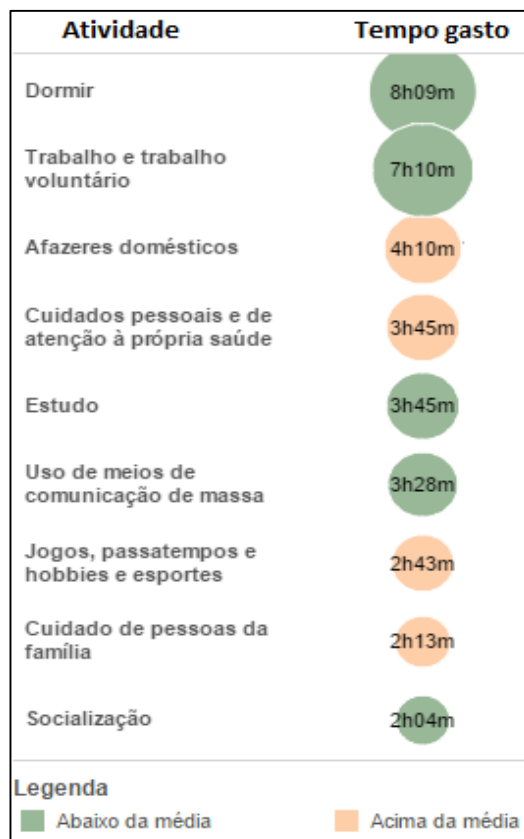


Fonte: ENCHANTED OBJECTS (2014)

O conceito de *Internet das Coisas* e computação ubíqua pode ser utilizado na resolução de problemas reais. Por exemplo, na rotina semanal e em meio as atividades mais simples, porém de difícil execução por motivo da falta de tempo, a IoT auxilia e permite a otimização dessa rotina com as atividades que devem ser feitas, tornando assim, de modo fácil às pessoas permanecerem conectadas e beneficiando-se das tecnologias (MUNDO CONECTADO, 2014). A inovação e a criação de coisas e ambientes inteligentes oferecem maior aproveitamento e contentamento no dia-a-dia das pessoas. Isso se deve ao fato das máquinas realizarem ações entre elas por meio da conectividade entre redes sem fio, sem intervenção humana, incorporando a visão de bem-estar da sociedade aumentando o conforto e a qualidade de vida (PACIFICO, 2014) (FARIA, 2014) (BRITES, 2014).

Uma pesquisa feita pelo Ibope Inteligência (2013), mostrou que 35% dos brasileiros estão insatisfeitos com a forma que gastam o tempo, em uma outra pesquisa levantada pelo IBGE (2012), foi elaborado um mapeamento em cinco Estados brasileiros, de como as pessoas estão usando seu tempo entre as atividades diárias. A Figura 1.2 demonstra os resultados obtidos em relação ao tempo gasto por atividade.

Figura 1.2 - Tempo gasto por tipo de atividade



Fonte: Adaptado de O GLOBO (2013)

A Figura 1.3 mostra que mulheres utilizam mais tempo com afazeres domésticos e cuidados pessoais do que com outras atividades:

Figura 1.3 - Tempo gasto em cada atividade

Atividade	Sub-atividade	Mulher	Total	Homem
Afazeres domésticos	Total	3h35m	2h26m	1h14m
	Preparar, servir a comida e lavar louça	1h36m	1h	23m
	Outros	19m	18m	18m
	Manutenção de roupas e sapatos	22m	12m	2m
	Limpar o domicílio	1h01m	38m	17m
	Compras	14m	12m	11m
Cuidados com pessoas da família	Total	39m	26m	12m
	Deslocamentos	4m	3m	2m
	Cuidado com criança	31m	20m	8m
	Cuidado com adultos	3m	2m	4m
Cuidados pessoais	Total	11h47m	11h47m	11h46m
	Higiene e cuidados pessoais	55m	53m	51m
	Deslocamentos	5m	5m	5m

Fonte: Adaptado de O GLOBO (2013)

O tempo limitado na rotina faz com que as pessoas se conectem à *Internet* de modos alternativos. De acordo com o especialista Kevin Ashton fundador do MIT, tornará possível o acúmulo de dados do movimento dos corpos com precisão superior as informações de hoje e com esses dados, poderá diminuir, otimizar e poupar recursos naturais e de energia, por exemplo. Este crescimento será maior do que a evolução do mundo *online* atual (ASHTON, 2009) (ZAMBARDA, 2014).

1.1- Objetivo

O objetivo deste trabalho é demonstrar um modelo de conexão ubíqua de objetos físicos ao mundo digital através da *Internet* das Coisas de baixo custo, com a criação de um protótipo de uma janela, onde a abertura e o fechamento da mesma, ocorrem de acordo com as leituras das condições climáticas pela *Internet*, para propor uma solução a demanda de tempo despendido para atividades rotineiras.

1.2- Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho serão utilizados um microcontrolador Arduino Mega 2560 com o Dragino *Yún Shield* para a conexão à *Internet* e obtenção dos dados de clima via *Application Programming Interface* (API) *Yahoo Weather*, um sensor de chuva para que o sistema se torne ainda mais confiável e também um motor de passo 28BYJ-48 para o movimento da Janela.

O desenvolvimento do protótipo possui as seguintes etapas:

- a) Definição dos componentes que serão utilizados no desenvolvimento do sistema para realização do movimento de abertura e fechamento da janela a partir da obtenção de dados de alterações climáticas;
- b) Definição da forma de análise dos dados da API do *Yahoo Weather* e do sensor de chuva;
- c) Definição do servidor Web;
- d) Programação do módulo Arduino e conexão do *Shield Yún* à nuvem para coleta de informações da API do *Yahoo Weather*;
- e) Montagem do ambiente de testes por se tratar de um protótipo;
- f) Testes.

1.3- **Organização do trabalho**

Este trabalho está organizado nos seguintes capítulos:

- a) O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica e as fundamentações teóricas utilizadas neste projeto. Seu conteúdo é o resultado das pesquisas que fundamentam este trabalho.
- b) O Capítulo 3 apresenta as descrições de como as teorias pesquisadas foram utilizadas no desenvolvimento de projetos.
- c) O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos por este trabalho, incluindo também entraves e considerações a respeito da implantação do modelo proposto por este trabalho.
- d) O Capítulo 5 apresenta as considerações finais deste trabalho, onde constam também contribuições e propostas futuras do projeto.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo visa descrever dois pontos que serão as bases para o desenvolvimento desse trabalho: *Internet* das Coisas e Computação Ubíqua.

Com o objetivo de definir, demonstrar áreas de atuação e exemplos de aplicações reais dos assuntos a serem trabalhados, este capítulo se organiza na seção 2.1 que apresenta a computação ubíqua e seção 2.2 que descreve a *Internet* das Coisas.

2.1- Computação Ubíqua

A computação agita-se para fora das estações de trabalho e computadores pessoais e começa a se tornar pervasiva no nosso cotidiano, este é o princípio básico da UbiComp (Computação Ubíqua). Considerado o criador da computação ubíqua, Weiser (1991) previu que computadores habitariam os mais comuns objetos como por exemplo copos, etiquetas, interruptores de luz, canetas, varal, janelas, entre muitos outros objetos, de forma transparente para o usuário. Para Weiser (1991) e Araujo (2003) , necessitamos habituar-nos com computadores, e não apenas ter interação com eles.

Weiser, Gold e Brown (1999) descrevem a Computação Ubíqua como a criação de ambientes repletos de dispositivos com disposição computacional e de comunicação, os quais devem apresentar-se de modo invisível ao usuário. A Computação Ubíqua é considerada como o novo modelo de computação para o século XXI, onde se tornará possível a junção do mundo físico ao mundo da informação, serviços e aplicações que serão distribuídas em abundância, fazendo com que máquinas, usuários, dados, aplicações e objetos do espaço físico interajam uns com os outros de forma natural onde quer que estejam (SBCUP, 2013).

A computação ubíqua permitirá que diversas aplicações sem fio se comuniquem, incluindo o monitoramento dos animais de estimação e plantas de uma casa, o funcionamento de equipamentos, mantendo e controlando coisas como livros, bicicletas, máquina de lavar, micro-ondas entre outros objetos do dia-a-dia (SIDRAM, 2014) (EDWARDS e GRINTER, 2001) conforme exemplos da Figura 2.1. Estamos entrando na era da *Internet* para o mundo físico (pessoas, processos, dados e coisas), este processo ainda está no início, com cerca de 10 mil milhões de dispositivos já conectados. Em 2020, a Cisco (2011) prevê que esse número chegará a 50 bilhões de "coisas".

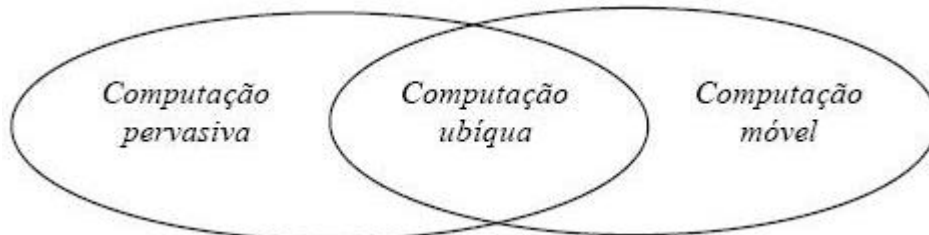
Figura 2.1 - Computação Ubíqua



Fonte: SIDRAM (2014)

Para se entender e posicionar a Computação Ubíqua é necessário ter em mente alguns conceitos. Resumidamente a UbiComp está posicionada entre a Computação Móvel e a Computação Pervasiva conforme a Figura 2.2:

Figura 2.2 - Posicionamento da Computação Ubíqua



Fonte: DOMINGUES (2008)

Logo, segundo exposto na Figura 2.2, a Computação Ubíqua beneficia-se dos avanços tecnológicos de ambos os ramos de pesquisa. Portanto, a UbiComp é a integração entre a mobilidade com sistemas e presença distribuída, em grande parte imperceptível, inteligente e altamente integrada dos computadores e suas aplicações para o benefício dos usuários.

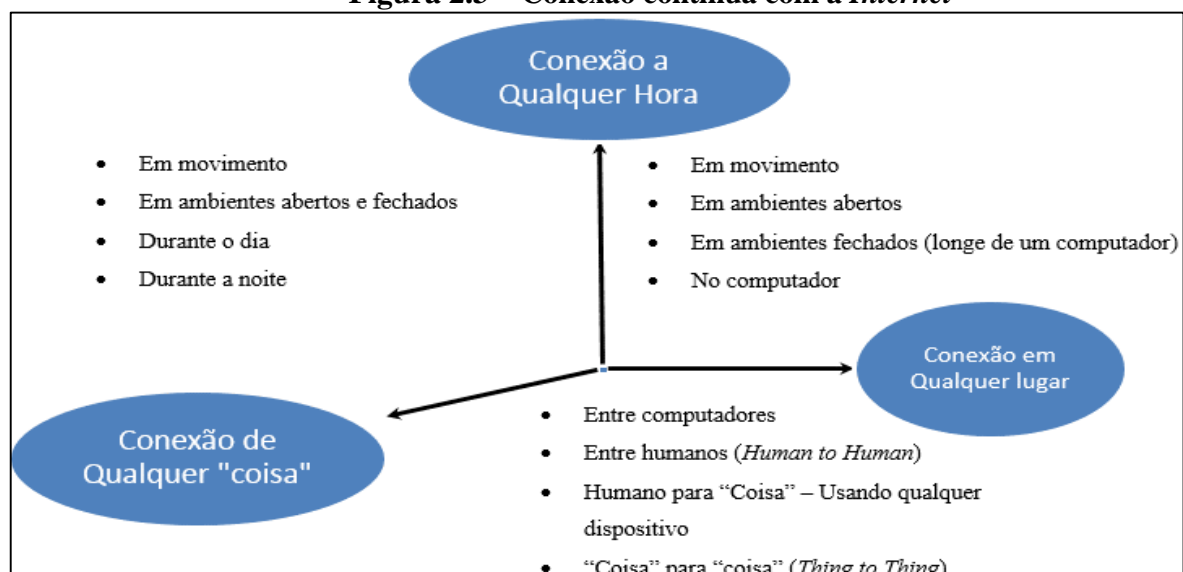
2.2- *Internet das Coisas*

O conceito da *Internet of Things* ou *Internet das Coisas* tem por premissa a ligação de artefatos reais com a *Internet*, fazendo com que esses artefatos tenham protocolos *Internet Protocol* (IP) e *Uniform Resource Locator* (URL), onde pode-se tomar como referência, o atual funcionamento das páginas *Web* (SILVA e ROCHA, 2012).

A IoT envolve o mundo físico e digital, fazendo com que a parte física tenha também sua característica digital (FRANÇA, PIRES, *et al.*, 2011), podendo assim comunicar e interagir com outras entidades do mundo virtual, sejam estes outros objetos ou pessoas. Deste modo, conexões irão se multiplicar e dar origem a uma nova organização dinâmica de redes. A *Internet das Coisas* não é ficção científica e nem um marketing estratégico, mas algo baseado em avanços tecnológicos sólidos e visões de ubiquidade da rede (ATZORI, IERA e MORABITO, 2010) (TAURION, 2014) (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2005).

O desenvolvimento desta tecnologia possibilita novas formas de comunicações entre pessoas, coisas e entre as próprias coisas. Uma nova dimensão foi adicionada ao mundo das tecnologias de informação e comunicação (TIC): conexão a qualquer hora, de qualquer lugar e de qualquer coisa (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2005). FRANÇA (2011) apresenta as chamadas novas dimensões do mundo da tecnologia da comunicação e informação que através da *Internet das Coisas* serão implantadas, sendo que cada um dos retângulos apresentados na Figura 2.3 respondem as perguntas “o que”, “quando” e “onde” pode haver conexão com a *Internet* (STRATEGY, I. T. U.; UNIT, POLICY (SPU), 2005) (FRANÇA, PIRES, *et al.*, 2011).

Figura 2.3 – Conexão contínua com a *Internet*



Fonte: Adaptado de (FRANÇA, PIRES, *et al.*, 2011)

2.3- Exemplos de Aplicação

As aplicações de IoT começam a constituir-se no pilar de novos processos de manufatura, serviços, cuidado de pessoas em residências (*Home Care*), produção e distribuição inteligente de energia (*Smart Grids*) e de muitas outras aplicações, limitadas apenas pela imaginação dos desenvolvedores. Atualmente já existem diversos projetos e aplicações com o modelo de *Internet das Coisas*, alguns são listados a seguir:

2.3.1- NIWA – Sistema Hidropônico

Como exemplo de IoT pode-se citar o Niwa, que é um sistema hidropônico automatizado que atende todas as necessidades das plantas, como por exemplo regar, alimentar e fazer com que ela tenha ótimo crescimento nas condições de 24/7 (BRAITHWAITE, 2014). A Figura 2.4 demonstra a aplicação.

Figura 2.4 - Cultivo controlado por smartphones



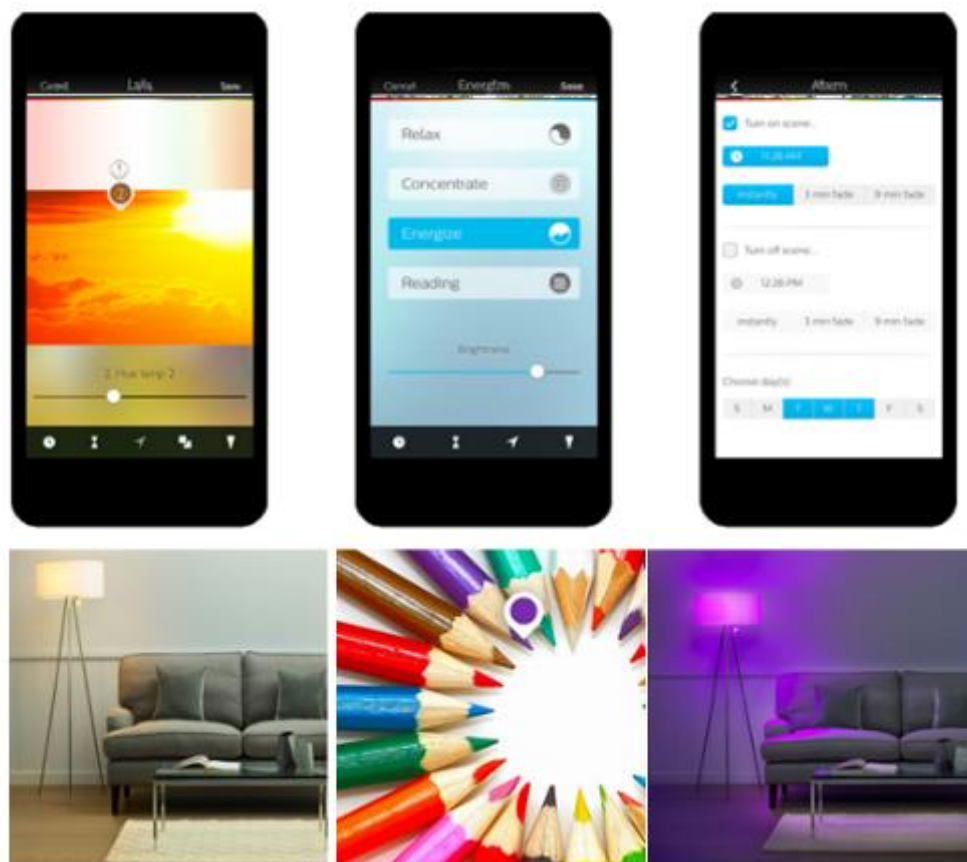
Fonte: NIWA (2014)

2.3.2- HUE – Sistema de Iluminação automática

Outro exemplo da aplicação do IoT é o HUE (Figura 2.5), onde pode-se controlar as lâmpadas uma de cada vez ou todas. É possível encontrar o tom perfeito de branco ou escolher um tom preferido clicando em uma paleta de cores (ROSE, 2014). Além de o produto oferecer conforto e comodidade, apresenta também segurança e proteção, quando não houver ninguém

em casa, o aplicativo auxilia de maneira inteligente simulando a presença de pessoas, acendendo aleatoriamente as luzes, sem contar também que é possível definir alarmes para que as luzes sejam ligadas/apagadas automaticamente ou realize o controle remoto pelo portal independentemente de onde a pessoa estiver. Além disso, com a tecnologia de cerco geográfico, o HUE também pode dar “boas-vindas”, acendendo as luzes quando a pessoa chegar em casa (PHILIPS, 2014) (UNGERLEIDER, 2014).

Figura 2.5 - HUE: Iluminação personalizada Wireless



Fonte: Adaptado de PHILIPS (2014)

2.3.3- *Ambient Umbrella* – Aviso de alterações climáticas

O guarda-chuva de previsão do tempo tem uma alça com um receptor de rádio embutido que recebe dados meteorológicos para 150 locais nos Estados Unidos de acordo com o site Accuweather.com. Quando o mau tempo se aproxima do guarda-chuva, uma luz *Light Emitter Diode (LED)* pisca mais e mais rapidamente para avisar sobre a precipitação (GREEN HEAD, 2014). O guarda-chuva (Figura 2.6) funciona, iluminando a alça em caso de previsão de neve, trovoadas, chuva ou garoa. Cada sistema de tempo tem um padrão de luz diferente, de modo

que os usuários saibam o que esperar. Isso ajuda as pessoas lembrarem de levar o guarda-chuva (WAKEFIELD, 2009).

Figura 2.6 - Ambient Umbrella



Fonte: GREEN HEAD (2014)

2.4- **Arduino**

Arduino é uma ferramenta para criar computadores que podem sentir o ambiente e controla-lo (PROJETO 39, 2010). É uma plataforma aberta (*open-source*) voltada para a construção de protótipos eletrônicos baseada em *hardware* de fácil adaptação e *software* simples, facilmente manipulável para a criação de objetos ou ambientes interativos.

Uma placa do Arduino pode ser conectada a diferentes sensores capazes de sentir o ambiente ao seu redor, podendo inclusive interagir com o ambiente através de controladores, motores e outros atuadores (ARDUINO, 2014). É possível programar o microcontrolador da placa utilizando uma linguagem de programação e um ambiente de desenvolvimento próprios do Arduino (UCHÔAS, 2013).

O Arduino é composto de duas partes principais: o *hardware* a qual se trabalha construindo objetos ou dispositivos e a interface de desenvolvimento através da qual se escreve o código, que será utilizado para controlar a placa (BANZI, 2009). A Figura 2.7 ilustra uma placa do Arduino Uno, que permite a automação de projetos eletrônicos e robóticos.

Figura 2.7 - Arduino Uno R3 (Frente)



Fonte: ARDUINO (2014)

Os códigos para Arduino podem ser escritos utilizando uma programação de código aberto chamada *Processing* e podem ser desenvolvidas em um ambiente de programação chamado PDE (*Processing Development Environment*) escrito em Java, e que pode rodar em três modos: modo Java, modo *JavaScript* e modo Android (BANZI, 2009). O PDE traduz os comandos (*sketches*) para a linguagem de programação C e as transfere para o compilador AVR-GCC existente no PDE. Com o código compilado, o próprio PDE pode ser utilizado para fazer o Upload para a placa (ARDUINO, 2014).

A linguagem de programação *Processing* foi inicialmente desenvolvida para ensinar fundamentos de programação a estudantes, porém, evoluiu para uma ferramenta capaz de gerar trabalhos profissionais. Atualmente é muito utilizada por estudantes, pesquisadores, profissionais e entusiastas da prototipagem para a criação de estruturas sofisticadas (PROCESSING 2, 2014) (THORP, 2009).

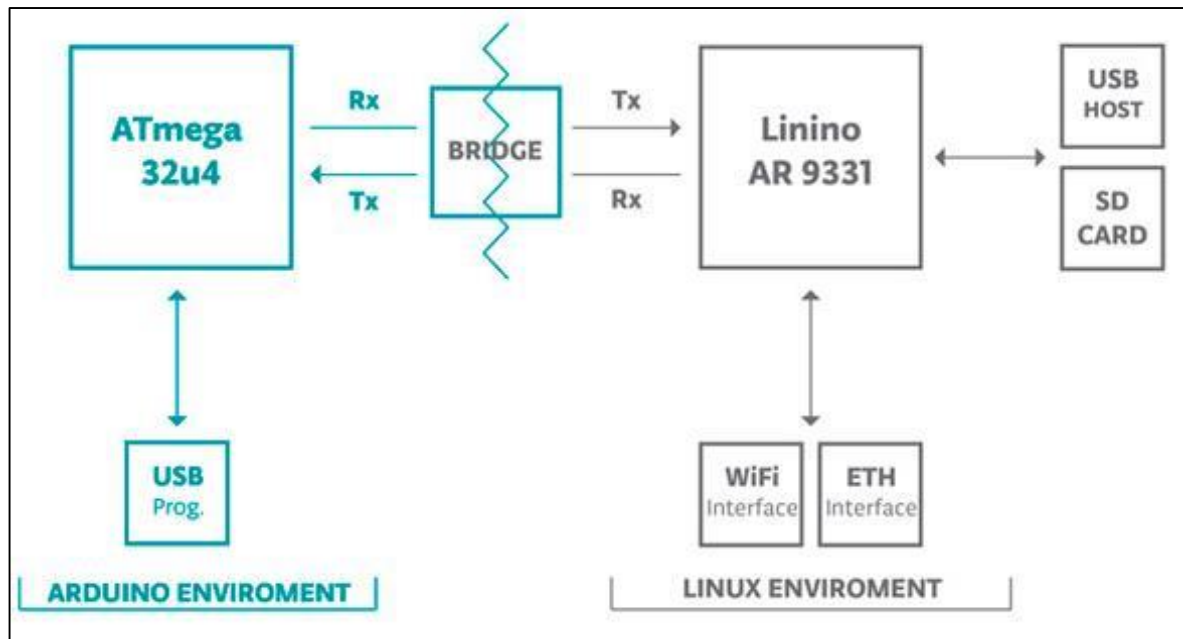
2.4.1- **Arduino Yún**

O Arduino *Yún* é uma placa Arduino diferente das outras (CAZENAVE, KEYC, *et al.*, 2014). Enquanto a programação é muito semelhante ao Arduino Leonardo, também com o *chip* 32U4, o *Yún* tem um processador adicional, um Atheros AR9331 (Linino), que executa uma distribuição de Linux para sistemas embarcados chamado *OpenWrt-Yún*, com base em *OpenWrt* e uma instalação completa do Python 2.7 instalada por padrão. A programação do 32U4 via USB é idêntico ao Arduino Leonardo, uma vez configurado o *Yún* para se conectar à

rede WiFi será possível também programar o 32U4 via rede (ARDUINO, 2015) (BRENTARI, ZAMBOTTI, *et al.*, 2015).

A estrutura exibida na Figura 2.8 mostra a conexão da biblioteca de ponte que permite a comunicação entre Arduino e OpenWrt-Yún.

Figura 2.8 - Estrutura de comunicação com OpenWrt-Yún via Ponte



Fonte: ARDUINO (2014)

A biblioteca `Bridge.h` facilita a comunicação entre os dois processadores, permitindo aos programas do Arduino se comunicarem com *shell scripts*, interfaces de rede e receber informações do processador AR9331. O host USB, as interfaces de rede e o cartão SD não estão conectados ao 32U4, mas o AR9331, e a biblioteca `Bridge`, permitem ao Arduino interatuar com estes periféricos (MULTILÓGICA, 2015).

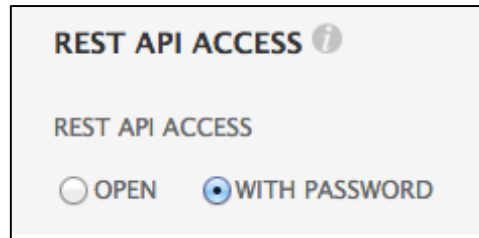
O Yún possui um *slot on-board* SD, um conector *Ethernet*, um conector USB e também um módulo *WiFi* embutido, permitindo se conectar a um roteador sem fio ou somente agir como um ponto de acesso.

2.4.2- OpenWrt-Yún

O OpenWrt-Yún usa REST para clientes e servidores. REST é um acrônimo para "*Representational State Transfer*". É uma arquitetura de *software* que expõe várias partes do *hardware* Arduino através URL's (CURBERA, DUFTLER, *et al.*, 2002).

Por padrão, o acesso REST API do *Yún* é protegido com senha, para alterar essa configuração, na parte inferior da página, é possível alterar para acesso sem senha conforme a Figura 2.9.

Figura 2.9 - Acesso REST API

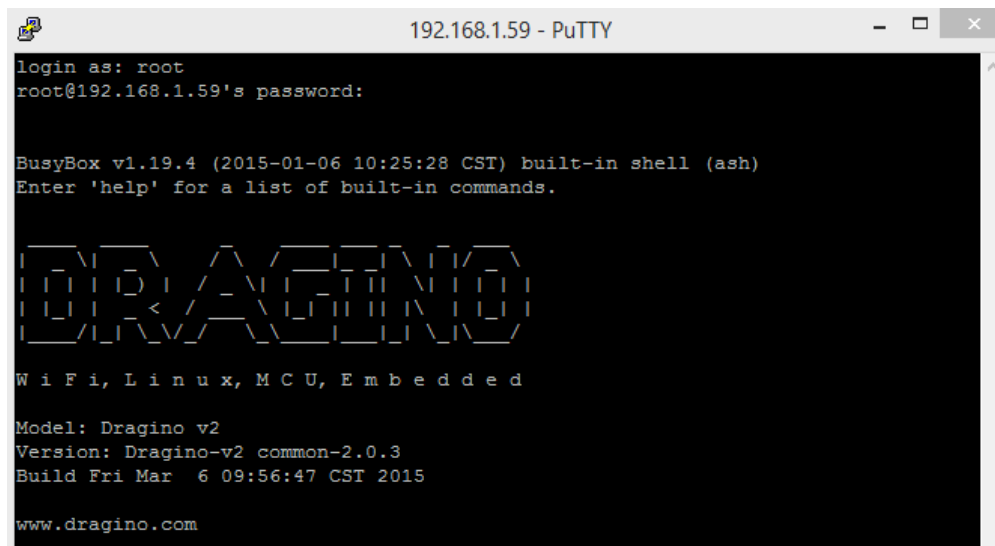


Fonte: AUTOR (2015)

O Arduino *Yún* conta com bibliotecas prontas para uso no Temboo, é uma placa preparada para projetos utilizando *Internet das Coisas* (SCHWARTZ, 2014).

O sistema usado no SoC AR9331 é o Linino, versão alterada do OpenWRT para os propósitos do projeto *Yún*. É possível acessar o terminal de comando do Linino por meio de SSH, bastando conhecer o IP da placa na rede. Ao conectar no sistema, o usuário é recebido pela tela de saudação, como mostrada na Figura 2.10.

Figura 2.10 - Tela de inicialização do OpenWRT Linino do Yún



Fonte: AUTOR (2015)

Dentre algumas de suas características, está a presença de Python de fábrica, e a capacidade de lidar com uma API REST, em que, resumidamente, torna o Arduino *Yún* capaz de interagir com aplicações web por meio de URLs customizadas, capazes de controlar suas

GPIO's (General Purpose Input/Output) e fazer até mesmo leitura dos conversores analógico-digitais.

2.5- Sensores

Um sensor é comumente definido como um dispositivo que recebe e responde a um estímulo positivo ou um sinal elétrico, ou seja, convertem estímulos físicos para sinais elétricos através da ação de componentes, os quais podem ser analógicos ou eletrônicos ativos. Os sinais convertidos podem ser interpretados, funcionando como uma interface entre o mundo físico e os dispositivos eletrônicos (NOMADS USP, 2008) (JUNIOR, 2012).

2.5.1- Sensor de Chuva

O sensor de chuva é um componente para o Arduino onde possui uma placa composta por múltiplos canais resistentes à oxigenação, que detectam o nível de líquido que está envolvendo a placa e acompanha o módulo com chip comparador LM393, onde são efetuadas as leituras das informações do sensor e os dados são enviados através dos pinos D0, que é a saída digital (apresentando resultados 0 e 1) e a A0 que é a saída analógica (apresentando resultados 0 e 1024). O módulo possui um potenciômetro para ajustar a sensibilidade do sensor, um LED informando a transmissão de dados (verde) e outro informando que o sensor está ligado (vermelho) (LABORATÓRIO DE GARAGEM, 2013) (RENATO HILDEBRANDO PARREIRA, 2013).

2.6- Plataforma TEMBOO

Temboo é uma plataforma *web* escalável que possibilita a conexão entre dispositivos de *hardware* e aplicações para mais de uma centena de API's, banco de dados e utilitários de códigos. A Biblioteca Temboo contém mais de 2000 processos (chamados "*Choreos*") e a partir desses diferentes serviços *web* podem ser acionados na nuvem com algumas linhas de código. O desenvolvedor pode testar o *Choreo* via *browser* em diversas linguagens de programação disponíveis (NELMS, 2014) (KEPES, 2012) (TEMBOO, 2015). A Figura 2.11 apresenta algumas plataformas disponíveis no Temboo.

Figura 2.11 - Plataformas disponíveis no Temboo

Fonte: Adaptado de TEMBOO (2015)

Há uma gama de serviços disponíveis através de chamadas de API em diversos idiomas, e por este motivo a programação se torna cada vez mais complexa. Assim, o Temboo auxilia no desenvolvimento através de automatizações de interações entre conjuntos de dados variados (KEPES, 2012) (TEMBOO, 2015).

3- DESENVOLVIMENTO

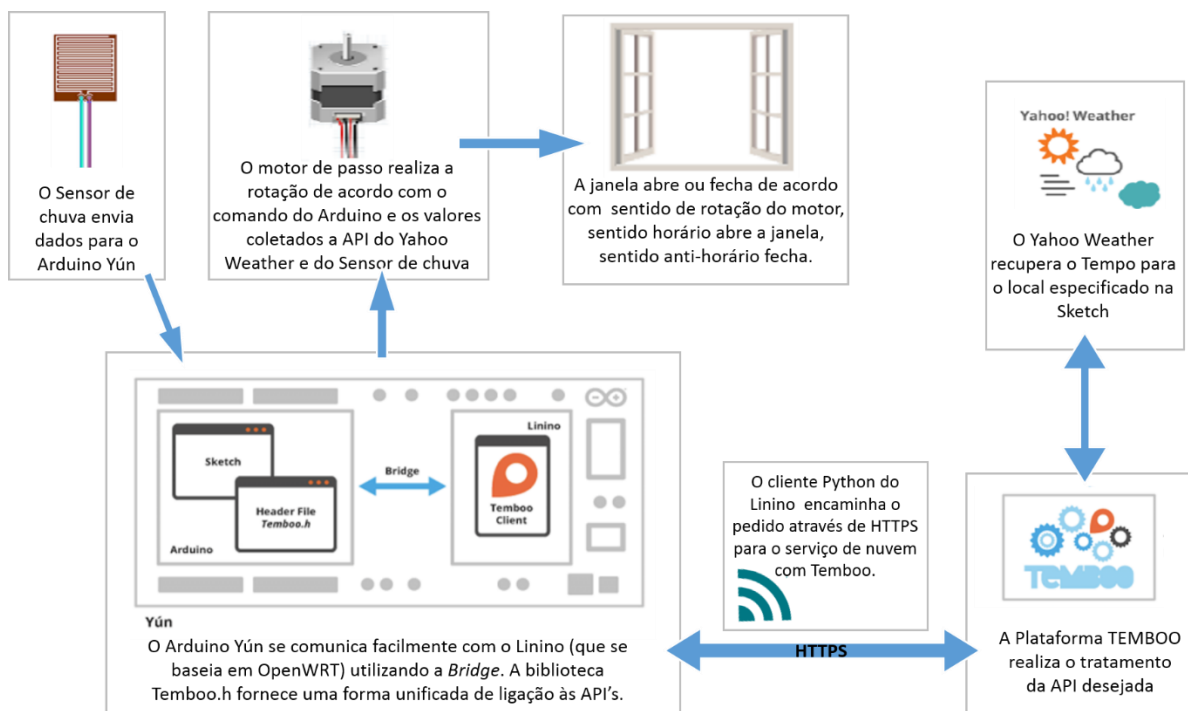
O objetivo deste capítulo é apresentar um modelo para conexão de objetos físicos do dia-a-dia à *Internet*, através do conceito de *Internet of Things*, transformando-os em objetos inteligentes, dentro do paradigma da computação ubíqua. O objeto escolhido foi uma janela, porém pode-se aplicar este mesmo modelo a qualquer outro objeto.

3.1- Arquitetura da aplicação

O desenvolvimento da computação ubíqua a partir do paradigma *Internet* das Coisas será demonstrado na criação de um protótipo de janela que se fecha em caso de chuvas. Este sistema possui um microcontrolador Arduino na versão ATmega2560, um *protoboard*, fios *jumpers* (Macho-Macho, Macho-Fêmea e Fêmea-Fêmea), um motor de passo 28BYJ-48 com o Driver Uln2003, um Servo Motor SM-S4306R 360 Graus, um sensor de chuva e um *Yún Shield*.

Para desenvolvimento da aplicação, utilizou-se a IDE do Arduino 1.6.1. Primeiro a ação de fechar a janela é realizada de 2 formas, ou o sistema detecta a precipitação atmosférica através do sensor de chuva e envia a ação para o motor de passo fechar a janela ou via API do Yahoo *Weather* conectada ao Temboo em caso de previsão de chuva. Quando a precipitação terminar, o sensor procede com novas leituras em conjunto com Yahoo *Weather* para saber quando abrir novamente a janela. A Figura 3.1 ilustra a arquitetura do sistema.

Figura 3.1 - Arquitetura do Sistema



Fonte: AUTOR (2015)

O sistema não disponibilizará aplicações para o celular, pois o objetivo deste projeto é fazer com que os objetos sejam inteligentes o suficiente para executar funções, independente do comando do usuário, não é o objetivo transferir o controle da atividade do mundo real para o celular, e sim desvincular tal atividade do usuário, assim como mencionado na palestra “Uma história de 30 anos do futuro” ministrada por Negroponte (2014), fundador do Laboratório de Mídia do MIT, para que se consiga a invisibilidade abordada por Weiser (1993), o sistema não deve falhar, a tecnologia deve ser segura e não pode incomodar o usuário (O’CALLAGHAN, 2014).

A definição original feita por Kevin Ashton (1999), fundador do termo “*Internet of Things*”, aponta para um importante comportamento que distingue o que faz e o que não faz o conceito de *Internet* das Coisas. Ashton utiliza o termo “sem qualquer interação humana” e a partir disso pode-se dizer quando algo é ou não *Internet* das Coisas (BALAGUER, 2014) (ASHTON, 2009) (ATZORI, IERA e MORABITO, 2010). Como exemplo da IoT, pode-se citar quando um carro se aproxima de casa e o celular com um endereço IP associado, se comunica com a porta da garagem e sem qualquer interação humana, automaticamente se abre e ao entrar na casa, o ar condicionado associa a presença na casa e aciona automaticamente percebendo qual a temperatura externa e deixando a casa com a temperatura ideal (BALAGUER, 2014).

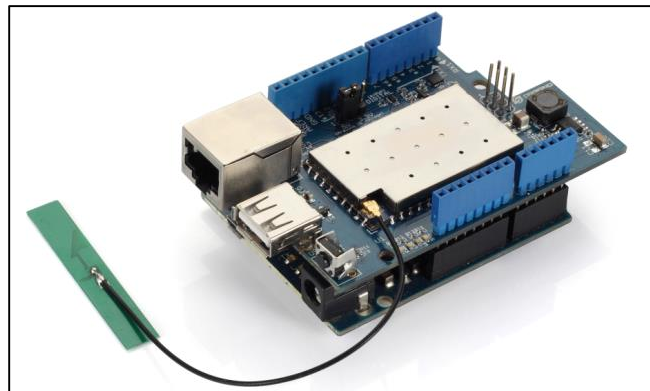
Declarado pelo visionário Weiser (1991), as tecnologias mais profundas, são aquelas que desaparecerão, e hoje muitos conceitos não estão sendo aplicados de maneira correta, pois a tecnologia ao invés de desaparecer, está se tornando cada vez mais visível nas telas de celulares, geladeiras, carros e em diversos outros lugares (O’CALLAGHAN, 2014), e essas telas criam o que os psicólogos cognitivos chamam de carga cognitiva, que se fundamenta na impossibilidade que o ser humano manifesta em processar diversas informações simultaneamente (UNICAMP, 2014). Temas relacionados a valores estão sendo redefinidos, não estão mais centralizados somente em valor monetário, mas sim relacionados ao tempo, durabilidade, origem e impacto ambiental, tudo isso definido através de um produto e serviço.

Este projeto fundamenta justamente esta questão levantada por Weiser (1991), O’Callaghan (2014), Ashton (2009) e Balaguer (2014), onde o objeto atuará de forma discreta, incorporando tecnologia ao ambiente sem qualquer interação humana.

3.2- Conexão do *Shield Yún* à placa Arduino e configuração da IDE

A conexão do Arduino ao computador é realizada de maneira simples, bastando conectá-lo a uma entrada USB (ARDUINO, 2014). O *Shield Yún* pode ser usado com qualquer Arduino, seja placa Uno, Mega, Due, bastando encaixar à placa e usar, característica essa que foi tratada pelo Hackaday (2014) como um diferencial bem positivo desse *shield*. A Figura 3.2 mostra a conexão do *Shield Yún* à uma placa de Arduino.

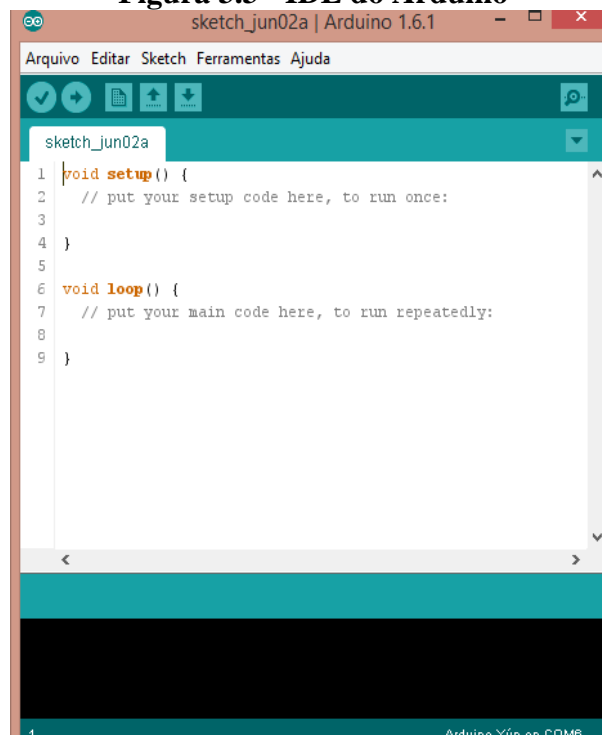
Figura 3.2 - *Shield Yún* conectado à uma placa Arduino



Fonte: DRAGINO (2015)

No site do Arduino encontra-se o link para *download* da versão mais atualizada da interface de desenvolvimento (IDE). Ao abrir a IDE, será exibida a interface conforme a Figura 3.3.

Figura 3.3 - IDE do Arduino



Fonte: AUTOR (2015)

Será necessário selecionar a placa do Arduino que será utilizada, para o desenvolvimento no menu Ferramentas/ Placa /Arduino Mega2560 - Dragino Yún.

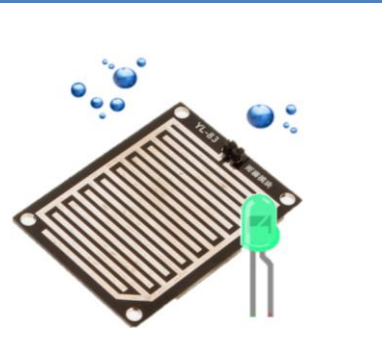
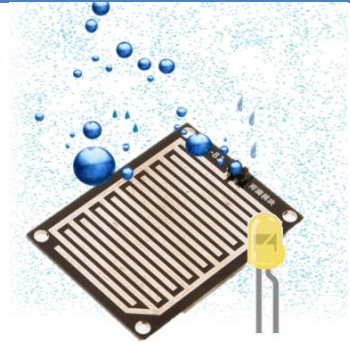
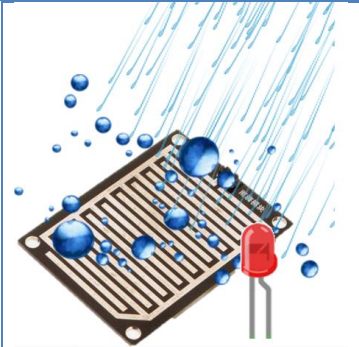
3.3- Conexão do Arduino com o sensor de chuva

O sensor de chuva pode ser usado para monitorar diversas condições climáticas como por exemplo gotas de chuva ou neve. Quando o clima está seco, a saída do sensor fica em estado alto (*high*) e quando há uma gota de chuva em estado baixo (*low*).

Este sensor posteriormente será utilizado juntamente com o motor de passo e seá conectado à saída digital para abrir (sem chuva - nível *high*) ou fechar (com chuva - nível *low*) a janela quando for detectada precipitação atmosférica.

O programa elaborado para fins de integração com a aplicação, interpreta as leituras feitas pelo sensor de chuva. A Tabela 1 apresenta os testes efetuados de acordo com o contato do sensor de chuva em diferentes níveis de volume de água:

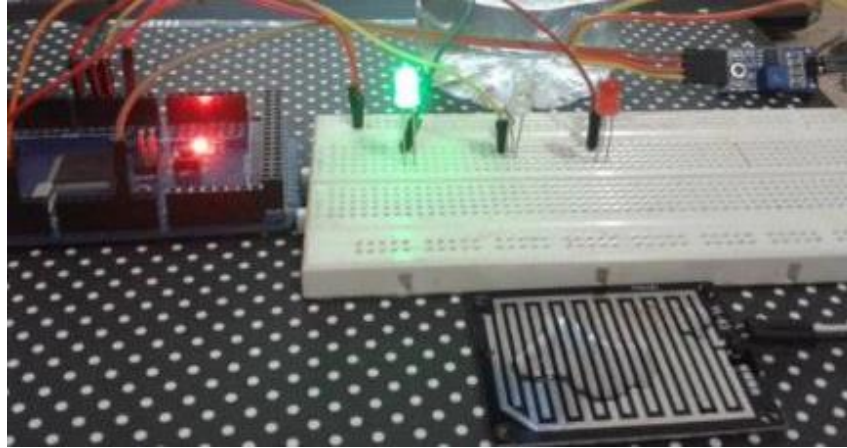
Tabela 1 – Teste de leitura de intensidade de volume de água

Cenário			
Análise de Ambiente	Ambiente com diferentes níveis de umidade que não afetaram o local com as partículas de água. A placa não ficou úmida.	Ambiente com gotas de água consideráveis (sereno) que afetaram moderadamente o local deixando a placa um pouco molhada.	Ambiente com alta intensidade de água, que afetou consideravelmente o local, deixando a placa bastante molhada.
Leitura Analógica	Valores de 901 a 1024.	Valores de 401 a 900.	Valores de 0 a 400.
Led Acesso	Verde	Amarelo	Vermelho
Led Apagado	Amarelo e Vermelho	Verde e Vermelho	Verde e Amarelo

Fonte: AUTOR (2015)

A Figura 3.4 ilustra a conexão realizada do sensor de chuva ao Arduino:

Figura 3.4 - Conexão do Sensor de Chuva ao Arduino



Fonte: AUTOR (2015)

Após os testes realizados na Tabela 1, o módulo foi ajustado de modo que o *led* acenda de acordo com o nível de umidade verificado, submetendo os valores lidos através dos comandos `IF` (condicional), que foram ajustados nos testes de intensidade. A Figura 3.5 exibe trechos de códigos das condições realizadas:

Figura 3.5 – Condição para acender o Led

```
Serial.print(val_d);
Serial.print(" - Valor analogico : ");
Serial.println(val_a);

// Acende o led de acordo com a intensidade
if (val_a >900 && val_a <1024)
{
  // Acende led verde - intensidade baixa
  digitalWrite(pino_led_verde, HIGH);
  digitalWrite(pino_led_amarelo, LOW);
  digitalWrite(pino_led_vermelho, LOW);
}
```

Fonte: AUTOR (2015)

No código parcial apresentado pela Figura 3.5, as variáveis `val_d` e `val_a` recebem respectivamente o valor lido pelo pino digital e pino analógico, após a leitura é realizada uma análise de acordo com a calibração feita do sensor de chuva, esses valores são levados para o *serial monitor* através do `Serial.print()`, caso a umidade relativa do ar seja baixa e não estiver chovendo, o *led* verde ficará aceso (*high*) por conta da condição `if (val_a >900 && val_a < 1024)`, estando os demais leds apagados (*low*), caso os valores do pino analógico

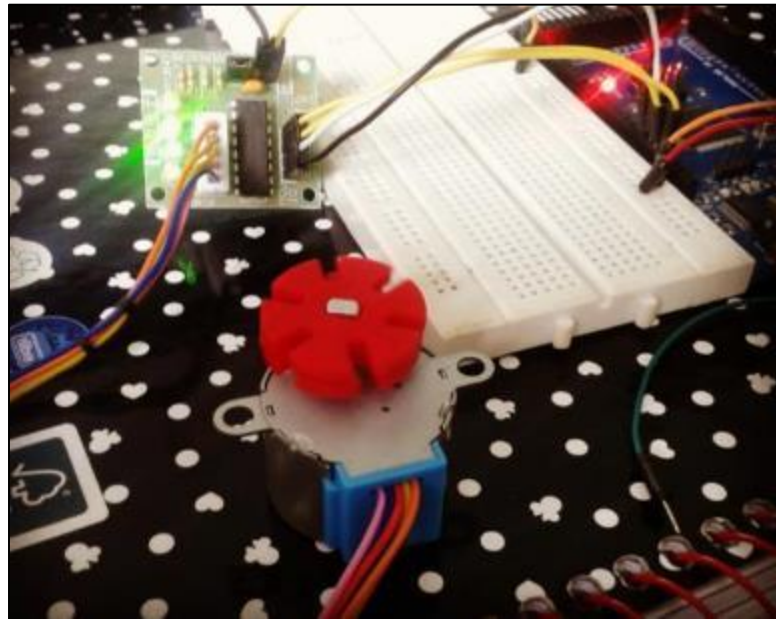
estiverem entre 400 e 900, o *led* amarelo ficará em *high* e os demais em *low* sinalizando chuva moderada e caso o valor for menor do que 400 o *led* vermelho ficará em *high* e os demais em *low* demonstrando assim a intensidade da chuva.

3.4- Conexão do Motor de Passo à placa Arduino

Para realizar a abertura e fechamento da janela, foi utilizado o motor de passo 28BYJ-48 e o *driver* ULN2003 à placa do Arduino, para que através da rotação do eixo do motor, pudessem aplicar a força necessária para que o objeto pudesse executar uma ação.

A Figura 3.6 mostra o circuito utilizando o motor de passo 28BYJ-48 e o driver ULN2003 com o Arduino:

Figura 3.6 - Conexão do Motor 28BYJ-48 e Driver ULN2003 à placa Arduino



Fonte: AUTOR (2015)

O controle de rotações do motor, foi realizado para que rode uma única vez em um sentido, aguarde 2 segundos e gire para o outro sentido 2 vezes. Para implementar este controle, foi necessária a instalação da biblioteca *CustomStepper*. Esta biblioteca inclui funções para fazer o motor girar um determinado número de vezes, em um determinado ângulo (em graus) ou girar até enviar outro comando. Para a instalação da biblioteca de motor de passo no Arduino, necessitou-se colocar a pasta “*CustomStepper*” no diretório *libraries* da IDE do Arduino. A Figura 3.7 exhibe parte do código utilizado para o desenvolvimento:

Figura 3.7 - Código para controle do Motor de Passo

```

13 CustomStepper stepper(8, 9, 10, 11, (byte[]){8, B1000, B1100, B0100,
14 B0110, B0010, B0011, B0001, B1001}, 4075.7728395, 12, CW);
15
16 boolean rotatel = false;
17 boolean rotatedeg = false;
18 boolean crotate = false;
19 void setup()
20 {
21     stepper.setRPM(16); //Define a velocidade do motor
22     stepper.setSPR(4075.7728395); //Define o numero de passos por rotacao
23 }
24 void loop()
25 {
26     if (stepper.isDone() && rotatel == false)
27     {
28         delay(2000);
29         stepper.setDirection(CW); //Define o sentido de rotacao (CW = Horário)
30         stepper.rotate(1); //Define o numero de rotacoes
31         rotatel = true;
32     } |
33     if (stepper.isDone() && rotatel == true)
34     {
35         delay(2000);
36         stepper.setDirection(CCW); //Define o sentido de rotacao (CCW = Anti-horário)
37         stepper.rotate(2); //Define o numero de rotacoes
38         rotatel = false;
39     }
40     stepper.run();

```

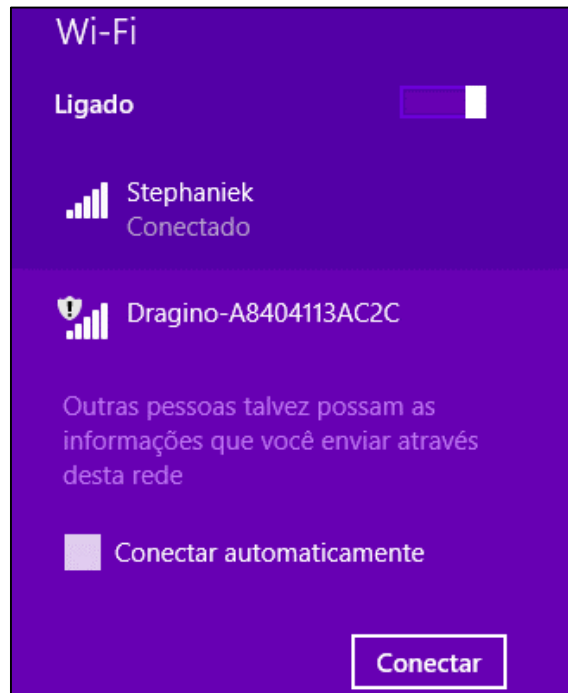
Fonte: AUTOR (2015)

A função `CustomStepper()`, como apresentada na Figura 3.7, recebe nos 4 primeiros parâmetros (8, 9, 10, 11) as portas utilizadas para a ligação ao motor, esses devem ser um valor do tipo inteiro e os valores dentro das chaves {8, B1000, B1100, B0100, B0110, B0010, B0011, B0001, B1001} correspondem à sequência de ativação das bobinas do motor, o primeiro elemento é o número de passos da sequência, podendo chegar até 8 passos. O valor 4075.7728395 corresponde ao número de passos necessários para uma rotação completa do motor 28BYJ-48, e o valor 12 corresponde a velocidade de rotação e por fim o último parâmetro representa o sentido de rotação, que pode ser CW (Horário), CCW (Anti-horário) ou STOP (Parado).

3.5- Configuração do *Yún Shield*

A configuração do *Shield*, foi realizado através da conexão da placa em fonte de Energia (9V), quando é ligado o *Yún* pela primeira vez, é exibido como um *Access Point* nas conexões de rede *Wireless*, o nome aparece como Dragino – XXX, conforme a Figura 3.8:

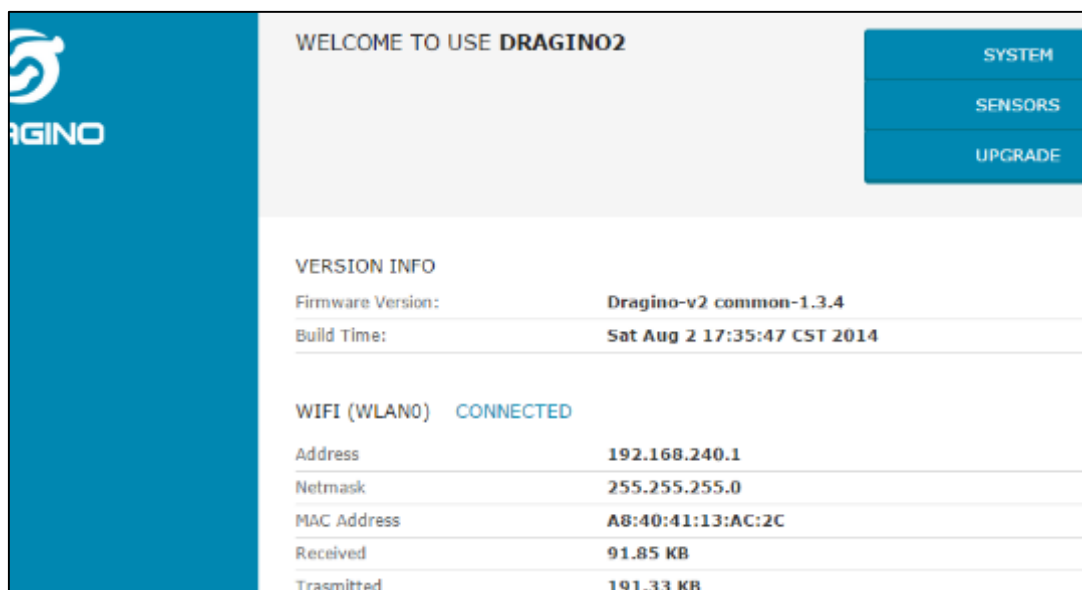
Figura 3.8 - Shield Dragino como Access Point



Fonte: AUTOR (2015)

Após isso, foi necessário realizar a configuração do *Shield* via *Browser*, acessando o IP 192.168.240.1 e inserindo a senha padrão da placa que é “Dragino”, feito isso a tela de configuração foi exibida conforme a Figura 3.9, bastando conectá-lo à *Internet*.

Figura 3.9 - Painel de Controle do Dragino



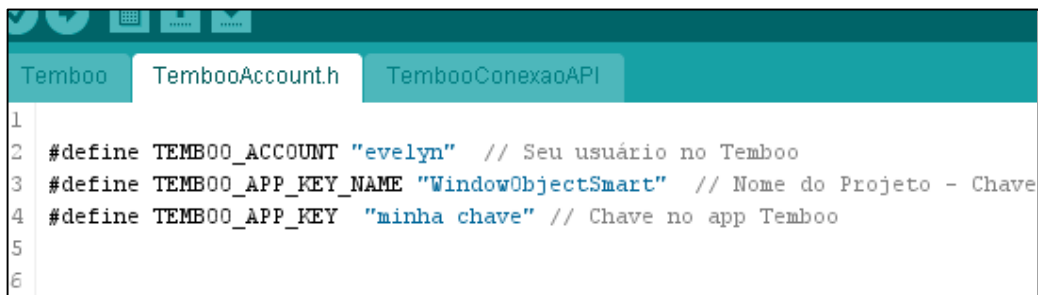
Fonte: AUTOR (2015)

3.6- Comunicação do Arduino *Yún* com a Plataforma Temboo

A comunicação do Arduino *Yún* com a plataforma Temboo se deu através da conexão *Wireless* e utilizando as bibliotecas `Temboo.h`, `Bridge.h` e `TembooAccount.h`, necessárias para a comunicação de dados com o servidor.

A biblioteca `TembooAccount.h` contém os dados para acesso à conta Temboo cadastrada. A Figura 3.10 mostra o código elaborado para permitir conexão do Arduino à nuvem:

Figura 3.10 - Biblioteca `TembooAccount.h` para acesso ao Temboo

A screenshot of an IDE window showing the code for the `TembooAccount.h` library. The window has three tabs: `Temboo`, `TembooAccount.h` (selected), and `TembooConexaoAPI`. The code is as follows:

```
1
2 #define TEMBOO_ACCOUNT "evelyn" // Seu usuário no Temboo
3 #define TEMBOO_APP_KEY_NAME "WindowObjectSmart" // Nome do Projeto - Chave
4 #define TEMBOO_APP_KEY "minha chave" // Chave no app Temboo
5
6
```

Fonte: AUTOR (2015)

O código apresentado na Figura 3.11, demonstra um modelo de requisição para a API Yahoo `GetWeatherByAddress` a partir do Arduino *Yún*, onde este recupera o tempo para o local especificado pelo método `GetWeatherByAddressChoreo.addInput()`:

Figura 3.11 - Código para recuperar informações do tempo

```

19 void loop() {
20   if (numRuns <= maxRuns) { //Enquanto não faz atinge o número máx. de verificações
21     Serial.println("Executando GetWeatherByAddress - Execucao #" + String(numRuns++));
22
23     TembooChoreo GetWeatherByAddressChoreo; //Cria um objeto TembooChoreo para enviar um pedido par
24
25     GetWeatherByAddressChoreo.begin(); //Acessa o cliente Temboo
26
27     // Passa as credenciais definidas no TembooAccount.h para a biblioteca
28     GetWeatherByAddressChoreo.setAccountName(TEMBOO_ACCOUNT);
29     GetWeatherByAddressChoreo.setAppKeyName(TEMBOO_APP_KEY_NAME);
30     GetWeatherByAddressChoreo.setAppKey(TEMBOO_APP_KEY);
31
32     GetWeatherByAddressChoreo.addInput("Units","c"); // Define o uso de unidades métricas (Celsius
33     GetWeatherByAddressChoreo.addInput("Address", "São José dos Campos, SP, Brazil"); // Define
34     // Identifica o serviço a ser acessado (webservice)
35     GetWeatherByAddressChoreo.setChoreo("/Library/Yahoo/Weather/GetWeatherByAddress");
36     GetWeatherByAddressChoreo.run(); // Executa o webservice
37
38     while(GetWeatherByAddressChoreo.available()) { // Envia os dados para a porta serial e Exibe no
39       char c = GetWeatherByAddressChoreo.read();
40       Serial.print(c);
41     }
42     GetWeatherByAddressChoreo.close();
43   }
44   Serial.println("Esperando...");
45   delay(30000); // Espera 30 segundos antes de chamar o serviço novamente
46 }

```

Fonte: AUTOR (2015)

Para definir a quantidade de iterações da placa Arduino *Yún* com a nuvem, foi instanciada a variável `maxRuns` com valor 10, que define o número máximo de vezes que o `WeatherByAddress` deverá ser executado.

As credenciais definidas na biblioteca `TembooAccount.h`, são definidas nos métodos assessores `setAccountName()`, `setAppKeyName()` e `setAppKey()` e a unidade métrica da temperatura que será retornada, será do tipo Graus Celsius (`c`). O método `setChoreo()` identifica o serviço que estamos acessando no *WebService*, sendo que para demonstração deste projeto é o `GetWeatherByAddress`. O processo realiza novas leituras após 30 segundos.

4. RESULTADOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados obtidos neste trabalho, onde foi empregado o conceito de *Internet of Things* para transformação de objetos físicos ao mundo digital, tornando-os assim ubíquos através do protótipo de uma janela inteligente.

4.1- Padrão de Configuração do Yahoo *Weather*

Para todos os testes realizados com a API do Yahoo *Weather* foram adotados os seguintes padrões:

4.1.1- Address

O parâmetro *Address* refere-se ao endereço a ser pesquisado, o padrão utilizado para efeitos de medições foi “São José dos Campos, SP, *Brazil*”

4.1.2- Response Format

O formato da resposta, podendo ser em XML ou JSON, o padrão selecionado para este projeto foi XML.

4.1.3- Day

O parâmetro *Day* refere-se a um índice na faixa de 1 a 5, que corresponde a quantidade de dias de previsão que se deseja recuperar. “Hoje” corresponde a 1, “Amanhã” corresponde a 2, e assim por diante. Para realização dos testes, o padrão utilizado foi valor 1.

4.1.4- Units

A unidade de temperatura na resposta é apresentada pelo parâmetro *Units*. As entradas aceitáveis são “F” para Fahrenheit ou “C” para Celsius. O padrão utilizado para a realização do protótipo foi “C”, deste modo todas as unidades das medições devolvidas, tem as métricas alteradas.

4.2- Parâmetros avaliados

Alguns dos itens de elementos de retorno disponíveis pelo Yahoo *Weather* *GetWeatherByAddress* são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 - Elementos disponíveis do Yahoo *Weather*

Elemento	Descrição
guid	Identificador único para a previsão, composta da identificação do local, data e hora.
pubDate	Data e a hora que a previsão foi publicado com o seguinte formato de exemplo: Mon, 25 set 17:25:18 -0700.
geo: lat	Latitude do local.
geo: long	Longitude do local.
yweather: condition	Condições atuais do tempo. Os atributos são: text: uma descrição textual da condição, por exemplo, "Parcialmente nublado" code: código de condição para essa previsão. Os valores possíveis para este elemento estão descritos na Tabela 3. temp: temperatura atual, nas unidades especificadas pelo yweather: elemento unidades (inteiro) date: data e hora atual para o qual se aplica esta previsão. A data possui o seguinte formato de exemplo " <i>Wed, 30 de november de 2005 13:56 PST</i> "
yweather: forecast	Previsão do tempo para um dia específico. O elemento item contém vários elementos de previsão para hoje e para os próximos dias. Os atributos são: day: dia da semana a qual a previsão se aplica. date: data a que esta previsão se aplica. low: baixa temperatura prevista para o dia. high: alta temperatura prevista para o dia. text: uma descrição textual de condições, por exemplo, "Parcialmente nublado" code: código de condição para essa previsão.

FONTE: Adaptado YAHOO! DEVELOPER NETWORK (2015)

Os parâmetros que necessariamente precisaram ser avaliados para este protótipo, foram somente o `Humidity` e o `ConditionCode`.

Na Tabela 3 são apresentados alguns códigos utilizados para descrever as condições atuais do clima utilizados no elemento `yweather:`

Tabela 3 - Códigos de condições climáticas

Código	Descrição
1	Tempestade
4	Trovoadas
9	Garoa
11	Chuva Fraca
12	Chuva Forte
17	Granizo
20	Nublado
21	Neblina
25	Frio
26	Nublado
28	Muito nublado
29	Parcialmente nublado
31	Claro
32	Ensolarado
40	Chuvas esparsas
44	Parcialmente encoberto
3200	Não disponível

FONTE: Adaptado YAHOO! DEVELOPER NETWORK (2015)

4.3- **Leituras obtidas através do sensor de chuva e da API do Yahoo *Weather***

Após a análise dos dados capturados através do sensor de chuva e da *API* do Yahoo *Weather*, foram observadas diferentes condições climáticas, onde são apresentados nos tópicos abaixo.

4.4.1- **Leituras sem valores de chuva para API e sensor**

Os valores obtidos pelo sensor de chuva no estado “sem chuva” para os pinos D0 (digital) sempre corresponderam ao valor 0, e os valores de A0 (analógico) sempre ficaram acima de 1000 (*high*).

A Figura 4.1 representa os valores lidos pelo sensor de chuva, com o cenário de 51% de umidade atmosférica lidos através do Yahoo *Weather*.

Figura 4.1 - Leituras realizadas pelo sensor de chuva no estado *high*

```

Valor digital : 0 - Valor analogico : 1023
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1020
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1022
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1023
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1022
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1021
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1019
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1018
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1020
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1016
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1020
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1021
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1021
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1022
Valor digital : 0 - Valor analogico : 1022

```

Fonte: AUTOR (2015)

No momento da análise da Figura 4.1 foram observados os valores demonstrados pelo Yahoo *Weather.GetWeatherByAddress* na saída XML coletado, onde os dados coletados foram:

- ConditionCode = 28
- ConditionText = Mostly Cloudy
- ForecastCode = 29
- ForecastText = Partly Cloudy
- High = 26
- Humidity = 51
- Low = 17
- Pressure = 1015.92
- Temperature = 26
- Visibility = 9.99
- WOEID = 455912

O XML apresentado na Figura 4.2, demonstra parte da saída para a aplicação:

Figura 4.2 - Coleta do XML sem a previsão de chuva

```

RXX0228_c.html</link>
<description>Yahoo! Weather for Sao Jose dos Campos, BR</description>
<language>en-us</language>
<lastBuildDate>Sun, 03 May 2015 4:01 pm BRT</lastBuildDate>
<ttl>60</ttl>
<yweather:location city="Sao Jose dos Campos" region="SP" country="Brazil"/>
<yweather:units temperature="C" distance="km" pressure="mb" speed="km/h"/>
<yweather:wind chill="26" direction="70" speed="4.83" />
<yweather:atmosphere humidity="51" visibility="9.99" pressure="1015.92" rising="0" />
<yweather:astronomy sunrise="6:31 am" sunset="5:28 pm"/>
<image>

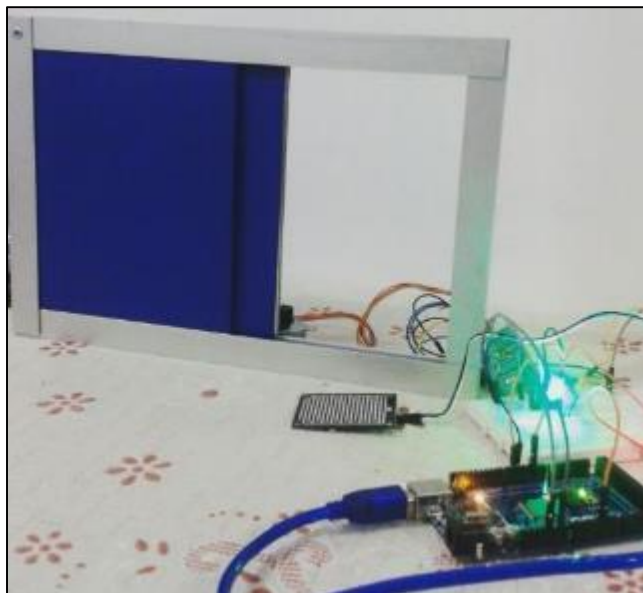
<title>Conditions for Sao Jose dos Campos, BR at 4:01 pm BRT</title>
<geo:lat>-23.2</geo:lat>
<geo:long>-45.87</geo:long>
<link>
http://us.rd.yahoo.com/dailynews/rss/weather/Sao_Jose_dos_Campos_BR/*http://weather.yahoo.com/forecast/B
RXX0228_c.html</link>
<pubDate>Sun, 03 May 2015 4:01 pm BRT</pubDate>
<yweather:condition text="Mostly Cloudy" code="28" temp="26" date="Sun, 03 May 2015 4:01 pm BRT" />

```

Fonte: AUTOR (2015)

A partir dessas informações, por não conter dados referentes a chuva, a janela permaneceu no estado “aberta” conforme a Figura 4.3.

Figura 4.3 - Janela no estado "aberta"



Fonte: AUTOR (2015)

4.4.2- Leituras com valores de chuva para a API e *high* para o Sensor de chuva

Quando foram obtidos valores de previsão de chuva pela aplicação do Yahoo e não foi detectado a presença de líquido no sensor de chuva, a janela passou para o estado “Fechada”.

A Figura 4.4 apresenta o XML gerado pela aplicação:

Figura 4.4 - Coleta do XML com a previsão de chuva

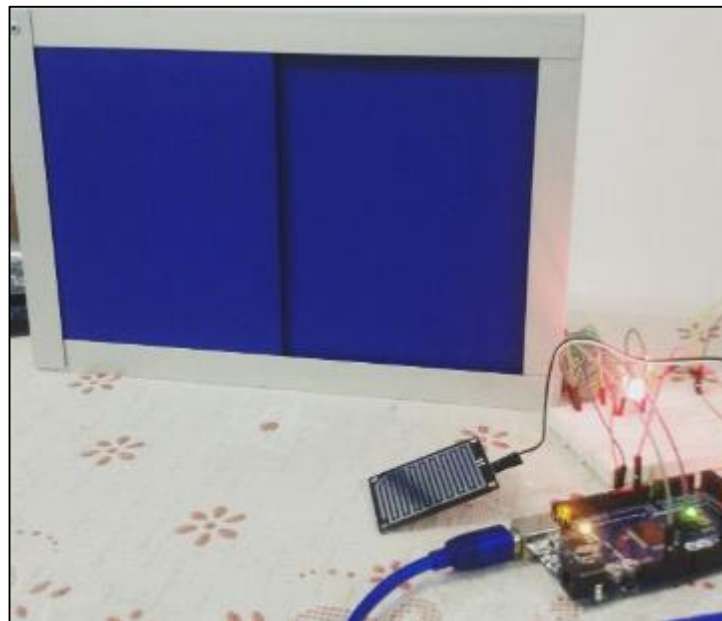
```
<title>Yahoo! Weather - Sao Jose dos Campos, BR</title>
<link>http://us.rd.yahoo.com/dailynews/rss/weather/Sao_Jose_dos_Campos_BR/*http://weather.yahoo.com/f
<description>Yahoo! Weather for Sao Jose dos Campos, BR</description>
<language>en-us</language>
<lastBuildDate>Sun, 19 Apr 2015 2:07 pm BRT</lastBuildDate>
<ttl>60</ttl>
<yweather:location city="Sao Jose dos Campos" region="SP" country="Brazil"/>
<yweather:units temperature="F" distance="mi" pressure="in" speed="mph"/>
<yweather:wind chill="77" direction="170" speed="12" />
<yweather:atmosphere humidity="89" visibility="3.73" pressure="30.03" rising="1" />
<yweather:astronomy sunrise="6:28 am" sunset="5:30 pm"/>

<yweather:condition text="Light Rain" code="11" temp="77" date="Sun, 19 Apr 2015 8 :00 pm BRT" />
```

Fonte: AUTOR (2015)

Verificando na Tabela 3, o código 11 de condições climáticas representa Chuva fraca, portanto a janela se fechou, a Figura 4.5 demonstra a aplicação da janela no Status “Fechada”:

Figura 4.5 - Janela no estado "Fechada"



Fonte: AUTOR (2015)

4.4.3- Leituras com valores de chuva

Os valores obtidos pelo sensor de chuva no estado “com chuva” para os pinos D0 (digital) sempre corresponderam ao valor **1**, e os valores de A0 (analógico) sempre ficaram abaixo de 900 (*Low*).

A Figura 4.6 representa os valores lidos pelo sensor de chuva, enquanto a API do Yahoo *Weather* também estava apresentando o código 11 (Chuva fraca):

Figura 4.6 - Leituras realizadas pelo sensor de chuva no estado *low*

```

Valor digital : 1 - Valor analogico : 591
Valor digital : 1 - Valor analogico : 594
Valor digital : 1 - Valor analogico : 596
Valor digital : 1 - Valor analogico : 597
Valor digital : 1 - Valor analogico : 598
Valor digital : 1 - Valor analogico : 597
Valor digital : 1 - Valor analogico : 597
Valor digital : 1 - Valor analogico : 597
Valor digital : 1 - Valor analogico : 599
Valor digital : 1 - Valor analogico : 601
Valor digital : 1 - Valor analogico : 603
Valor digital : 1 - Valor analogico : 604
Valor digital : 1 - Valor analogico : 605
Valor digital : 1 - Valor analogico : 606
Valor digital : 1 - Valor analogico : 607
Valor digital : 1 - Valor analogico : 610
Valor digital : 1 - Valor analogico : 609
Valor digital : 1 - Valor analogico : 610
Valor digital : 1 - Valor analogico : 611

```

Fonte: AUTOR (2015)

Os valores obtidos pelo XML podem ser observados na Figura 4.7.

Figura 4.7 - Coleta do XML com a previsão de chuva fraca

```

<description>Yahoo! Weather for São Jose dos Campos, BR</description>
<language>en-us</language>
<lastBuildDate>Mon, 13 Apr 2015 5:07 pm BRT</lastBuildDate>
<ttl>60</ttl>
<yweather:location city="São Jose dos Campos" region="SP" country="Brazil"/>
<yweather:units temperature="F" distance="mi" pressure="in" speed="mph"/>
<yweather:wind chill="71" direction="170" speed="10" />
<yweather:atmosphere humidity="87" visibility="3.71" pressure="28.03" rising="1" />
<yweather:astronomy sunrise="6:32 am" sunset="5:31 pm"/>
<pubDate>Mon, 13 Apr 2015 4:06 pm BRT</pubDate>
<yweather:condition text="Light Rain" code="11" temp="77" date="Sun, 13 Apr 2015 8:00 pm BRT" />

```

Fonte: AUTOR (2015)

De acordo com os testes executados, observou-se que as ações da janela são confiáveis, visto que em qualquer situação de precipitação, a janela executa uma ação imediata para fechamento. Em todos os casos a janela só abriu novamente caso o sensor de chuva estivesse com as leituras em *high*, ou seja, o valor analógico acima de 900 e leitura digital com valor 0. Diante deste cenário, verificou-se que a forma de coleta dos dados pela aplicação ocorre de maneira simples, pois o Arduino *Yún* permite realizar *bridge* de maneira prática com a nuvem via TEMBOO, facilitando assim, a interação com a API do Yahoo *Weather*.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste capítulo é apresentar as considerações finais a respeito deste projeto. Este capítulo está organizado como segue: a seção 5.1 apresenta as contribuições, experiências durante o desenvolvimento e conclusões e a seção 5.2 propõe trabalhos futuros levando em consideração os resultados do trabalho e da experiência obtida.

5.1- Contribuições e conclusões

Inicialmente foi realizado um estudo sobre o desenvolvimento para *Internet* das Coisas que, segundo diversos estudos, esta tecnologia tem um grande potencial, pois é uma nova onda tecnológica que irá revolucionar os processos de negócios em toda a cadeia de valor.

As contribuições deste trabalho são:

- Implementação de um modelo para a *Internet* das Coisas que permite transformar objetos físicos em ubíquos;
- Antecipação de ações através da análise de previsões dos sensores;
- Criação de uma arquitetura para o sistema e possibilidade de criação e implementação de diversas soluções, baseados nos conceitos de *Internet of Things* e Computação Ubíqua;
- Desenvolvimento e implementação do paradigma de *Internet* das Coisas, através do protótipo de uma janela, onde é conectada à *Internet* via Arduino *Yún* à plataforma Temboo para captar dados do clima no Yahoo *Weather* além da coleta ocorrida através do sensor de chuva acoplado à janela para que o objeto possa ter uma ação de fechamento ou abertura de acordo com o valor lido.
- Uso de um ambiente escalável e tolerante a falhas para acesso a API do Yahoo *Weather* utilizando as bibliotecas `Temboo.h` e `TembooAccount.h`;
- Integração entre diversas plataformas de desenvolvimento através de JSON ou XML;
- Recursos de *hardware* baseado em plataforma aberta (*opensource*);

As seguintes experiências foram obtidas ao longo do desenvolvimento desse trabalho:

- Antecipação de tendências, pois este é um conceito que está se difundindo aos poucos no mercado e a *Mobile World Congress* (2015), prevê que em 2020 existirão 50 bilhões de dispositivo com IoT;

- A *Internet* das Coisas pode ser usada para muitas aplicações, onde a invenção humana é o limite;
- É possível a criação de objetos inteligente e tecnológicos de modo que estes fiquem transparentes para os usuários, não exigindo experiência e nem ocupação de carga cognitiva;
- Objetivo de implementar o paradigma de ubiquidade e *Internet* das Coisas de baixo custo é possível de ser alcançado;

5.2- **Trabalhos futuros**

Sendo este trabalho de graduação apenas um esforço inicial na busca relacionada ao desenvolvimento de um protótipo de conexão à *Internet* e ubiquidade de objetos, denominando este conceito *Internet* das Coisas, este projeto ainda pode ser implementado com outros trabalhos futuros, como:

- Utilização de qualquer outro objeto para aplicação deste conceito;
- Uso de outras tecnologias que complementam a ubiquidade da computação como por exemplo o as etiquetas RFID e NFC;
- Implementar soluções para o ecossistema de dispositivos *Wearables* utilizando a *Internet* das Coisas a fim de combinar informações comportamentais, atividades e dados sensoriais para que sejam processadas e transformadas em produtos e serviços;
- Integração da Visão Computacional juntamente com a *Internet* das Coisas para que através de processamento de imagens possam ativar outros sensores;
- Emprego de *Big Data* e *Cloud Computing* combinados com os sensores, a fim de coletar, processar e produzir informações para obtenção de experiências customizadas no projeto;
- Uso da realidade aumentada juntamente com a computação ubíqua para junção do mundo real com o virtual.

6- REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R. B. D. Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios. **XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores**, Natal, 8, 2003. 45-115.
- ARDUINO. Arduino Uno. **Arduino**, 2014. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: 14 set. 2014.
- ARDUINO. Guide to the Arduino Yún. **Arduino**, 2015. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoYun#toc5>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- ARDUINO E CIA. Sensor de umidade e temperatura DHT11. **Arduino e Cia**, 2013. Disponível em: <<http://www.arduinoocia.com.br/2013/05/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11.html>>. Acesso em: 21 set. 2014.
- ASHTON, K. That 'Internet of Things' Thing. **RFID Journal**, 2009. Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>. Acesso em: 28 fev. 2015.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. **Computer Networks**, 54, n. 15, 2010. 2787-2805.
- BALAGUER, A. Internet das Coisas – Das origens ao futuro. **TI especialistas**, 2014. Disponível em: <<http://www.tiespecialistas.com.br/2014/09/internet-das-coisas-das-origens-ao-futuro/>>. Acesso em: 07 mar. 2015.
- BANZI, M. Getting Started with Arduino. **Make: makezine.com**, Canada, n. 1, Outubro 2009. ISSN ISBN: 978-0-596-15551-3. Disponível em: <http://che126.che.caltech.edu/Getting_Started_with_Arduino.pdf>.
- BENCHOFF, B. The Arduino Yun Shield. **Hackaday**, 2014. Disponível em: <<http://hackaday.com/2014/08/05/the-arduino-yun-shield/>>. Acesso em: 02 mar. 2015.
- BRAITHWAITE, C. Niwa. **Niwa**, 2014. Disponível em: <<http://getniwa.com/>>. Acesso em: 21 set. 2014.
- BRENTARI, M. et al. Position and speed control of a low-cost two-wheeled, self-balancing inverted pendulum vehicle. **Mechatronics (ICM), 2015 IEEE International Conference on**, 6-8 Março 2015. 347, 352.
- BRITES, D. Internet das Coisas: tecnologia para qualidade de vida. **TI inside online services**, 2014. Disponível em: <<http://convergecom.com.br/tiinside/services/15/12/2014/internet-das-coisas-tecnologia-para-qualidade-de-vida/#.VPnNpPnF-AM>>. Acesso em: 28 fev. 2015.
- CAZENAVE, F. et al. SeeStar: A low-cost, modular and open-source camera system for subsea observations. **Oceans - St. John's, 2014**, Setembro 2014. 1,7, 14-19. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7003077&isnumber=7002974>>.
- CURBERA, F. et al. Unraveling the Web services web: an introduction to SOAP, WSDL, and UDDI. **Internet Computing, IEEE**, 6, March-April 2002. 86,93.
- DOMINGUES, F. L. Computação ubíqua. **Hardware**, 2008. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/computacao-ubiqua/>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

DRAGINO. Yun Shield. **Dragino**, 2015. Disponível em: <<http://www.dragino.com/products/yunshield/item/86-yun-shield.html>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

EDWARDS, W. K.; GRINTER, R. E. At Home with Ubiquitous Computing: Seven Challenges. **Ubicomp 2001: Ubiquitous Computing**, Springer Berlin Heidelberg, 2001. 256-272.

ENCHANTED OBJECTS. DESIGN, HUMAN DESIRE & THE INTERNET OF THINGS. **ENCHANTED OBJECTS**, 2014. Disponível em: <<http://enchantedobjects.com/wp-content/uploads/EnchantedObjectsPoster.png>>. Acesso em: 07 ago. 2014.

EVANS, D. **A Internet das Coisas Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). [S.l.]. 2011.

FARIA, L. Internet das Coisas pode ser sinônimo de mais vida! **CIO Estratégias de negócios e TI para líderes corporativos**, 2014. Disponível em: <<http://cio.com.br/tecnologia/2014/11/14/internet-das-coisas-pode-ser-sinonimo-de-mais-vida/>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

FILHO, D. O. B. Robotizando. **Robótica de um jeito fácil**, 2012. Disponível em: <http://www.robotizando.com.br/curso_arduino_o_que_e_arduino_pg1.php>. Acesso em: 16 set. 2014.

FRANÇA, T. C. D. et al. Web das Coisas: Conectando Dispositivos Físicos ao Mundo Digital. **XXIX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)**, Porto Alegre, v. 1, p. 103-146, 2011. ISSN SBC. Disponível em: <<http://sbrc2011.facom.ufms.br/files/anais/files/mc/mc3.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2014.

GREEN HEAD. Green Head. **Finds Cool new Stuff**, 2014. Disponível em: <<http://www.thegreenhead.com/2007/07/weather-forecasting-umbrella.php>>. Acesso em: 29 out. 2014.

GUBBI, J. et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. In: SLOOT, P. **Future Generation Computer Systems**. [S.l.]: Elsevier, v. 29, 2013. p. 1645–1660.

IBGE. **Pesquisa Piloto de Uso do Tempo 2009 Primeiros Resultados**. Instituto Brasileiro de Pesquisa e Geografia. Rio de Janeiro. 2012.

IBOPE INTELIGÊNCIA. 35% dos brasileiros se sentem escravos do tempo. **IBOPE**, 2013. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br/pt-br/noticias/Paginas/35-dos-brasileiros-se-sentem-escravos-do-tempo.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE INTERNET OF THINGS. The 4th International Conference on the Internet of Things. **Internet of Things**, 2014. Disponível em: <<http://www.the-internet-of-things.org/iot2014/>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things**. 7^a. ed. Switzerland: Strategy and Policy Unit (SPU), 2005.

JUNIOR, A. S. **Interface for User-Environment Interaction using Open Source Tools and Internet of Things**. Trabalho de Graduação (Curso de Tecnologia em Banco de Dados) - FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal. São José dos Campos, p. 71f. 2012.

KEPES, B. Temboo Eases App Development–API Shortcuts. **Diversity Limited**, 2012. Disponível em: <<http://diversity.net.nz/temboo-eases-app-developmentapi-shortcuts/2012/08/10/>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

LABORATÓRIO DE GARAGEM. Tutorial - Alarme com sensores de temperatura e umidade. **Laboratório de Garagem**, 2013. Disponível em: <<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-alarme-por-temperatura-e-umidade-com-sensor-digital-rht0>>. Acesso em: 21 set. 2014.

LAMIN, J. Previsão do Tempo com a API do Google Weather. **Oficina da Net**, 2010. Disponível em: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/php/previsao_do_tempo_com_a_api_do_google_weather>. Acesso em: 21 set. 2014.

LEMONS, A.; JOSGRILBERG, F. Comunicação e mobilidade : aspectos socioculturais das tecnologias móveis de comunicação no, Salvador, p. 156, 2009. ISSN ISBN 978-85-232-0658-1.

MATA, G. M. F. D. et al. VI WORKSHOP DE ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO III ENCONTRO MINEIRO DE ESTUDOS EM ERGONOMIA VIII SIMPÓSIO DO PROGRAMA TUTORIAL EM ECONOMIA DOMÉSTICA, Julho 2013. Disponível em: <<http://www.ded.ufv.br/workshop/docs/anais/2013/Gilberto%20%20%20%20%20Maur%C3%ADcio%20Frade%20da%20Mata%20-%20Tem%C3%A1tica%20Ergonomia.pdf>>.

MULTILÓGICA. Arduino Yún. **Multilogica - Open Source Hardware**, 2015. Disponível em: <<https://multilogica-shop.com/arduino-yun>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

MUNDO CONECTADO. Internet das coisas: otimização do cotidiano. **Mundo Conectado**, 2014. Disponível em: <<http://mundoconectado.net/noticias/internet-das-coisas/>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

MWC15. Mobile World Congress. **GMSA Mobile World Congress**, 2015. Disponível em: <<http://www.mobileworldcongress.com/mwc15/>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

NEGROPONTE, N. Uma história de 30 nos do futuro. **TED**, 2014. Disponível em: <http://www.ted.com/talks/nicholas_negroponte_a_30_year_history_of_the_future?language=pt-br>. Acesso em: 07 nov. 2014.

NELMS, N. Using Temboo and your LaunchPad to build your own Internet of Things. **Texas Instruments**, 2014. Disponível em: <https://e2e.ti.com/blogs_/b/connecting_wirelessly/archive/2014/09/24/using-temboo-and-your-launchpad-to-build-your-own-internet-of-things>. Acesso em: 03 fev. 2015.

NIWA. KICKSTARTER. **Niwa**: The world's first smartphone-controlled growing system, 2014. Disponível em: <<https://www.kickstarter.com/projects/435284672/niwa-the-worlds-first-smartphone-controlled-growin/>>. Acesso em: 03 out. 2014.

NOMADS USP. Sessões de capacitação. **Nomads USP**, 2008. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/pesquisas/design/dos/Capacitacao/programa_sessao2.html>. Acesso em: 21 set. 2014.

O GLOBO. Como o brasileiro usa seu tempo. **O Globo economia**, 2013. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/infograficos/pesquisa-uso-do-tempo/>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

O'CALLAGHAN, K. REJOICE: TOMORROW'S TECH WILL PROBABLY STOP NAGGING US. **Wired**, 2014. Disponível em: <<http://www.wired.com/2014/11/invisible-technology/>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

O'CALLAGHAN, K. O. Rejoice: Tomorrow's Tech Will Probably Stop Nagging Us. **Wired**, 2014. Disponível em: <<http://www.wired.com/2014/11/invisible-technology/>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

PACIFICO, A. L. Conexão CPqD - Setembro 2014. **CPqD**, 2014. Disponível em: <<http://www.cpqd.com.br/midia-eventos/conexao-cpqd/conexao-cpqd-setembro-2014/>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

PHILIPS. HUE Personal Wireless Lighting. **PHILIPS**, 2014. Disponível em: <<http://www2.meethue.com/pt-pt/>>. Acesso em: 21 set. 2014.

PROCESSING 2. Processing 2. **Processing 2**, 2014. Disponível em: <<http://www.processing.org/>>. Acesso em: 21 set. 2014.

PROJETO 39. **Projeto 39**, 2010. Disponível em: <<http://projeto39.wordpress.com/o-arduino/>>. Acesso em: 16 set. 2014.

RENATO HILDEBRANDO PARREIRA, G. B. D. S. J. J. D. S. S. M. N. M. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA AUTOMAÇÃO DE COBERTURAS COM SENSOR DE CHUVA UTILIZANDO PLATAFORMA MICROCONTROLADORA ARDUINO. **Proceedings of World Congress on Systems Engineering and Information Technology**, 2013. 198-202.

ROSE, D. More examples of connected things. **ENCHANTED OBJECTS DESIGN, HUMAN DESIRE & THE INTERNET OF THINGS**, 2014. Disponível em: <<http://enchantedobjects.com/2014/08/21/examples-of-connected-things/>>. Acesso em: 21 set. 2014.

SANTAELLA, L. Mídias Locativas: a internet móvel de lugares e coisas. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n. 35, abril 2008. ISSN Quadrimestral.

SBCUP. SBCUP - V Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva. **CSBC 2013 XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**, 2013. Disponível em: <<http://www.ic.ufal.br/csbc2013/noticias/sbcup>>. Acesso em: 17 Agosto 2014.

SCHWARTZ, M. **Internet of Things with the Arduino Yún**. [S.l.]: Packt Publishing - ebooks Account, 2014.

SIDRAM. Internet of Things. **Stark Infotech**, 2014. Disponível em: <<http://www.starkinfotech.com/internet-of-things/>>. Acesso em: 20 set. 2014.

SILVA, F.; ROCHA, R. INTERNET DAS COISAS: A INTERNET E SUA EVOLUÇÃO RUMO A UBIQUIDADE INTERNET OF THINGS: THE INTERNET AND ITS EVOLUTOIN TOWARDS UBIQUITY, 2012. Disponível em: <http://rozero.webcindario.com/rp/faminas/Internet_das_Coisas.pdf>. Acesso em: 14 set. 2014.

SONDERGAARD, P. COMPUTAÇÃO NA NUVEM É PILAR NA NOVA TI DO SÉCULO XXI. **Global Web Outsourcing**, 2011. Disponível em: <<http://www.globalweb.com.br/2011/10/computacao-na-nuvem-e-pilar-na-nova-ti-do-seculo-xxi/>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

SOUZA, V. A. **CERNE Conhecimento para o Desenvolvimento**, 2007. Disponível em: <<http://www.cerne-tec.com.br/>>. Acesso em: 13 set. 2014.

STRATEGY, I. T. U.; UNIT, POLICY (SPU). ITU Internet Reports 2005: The internet of things. **Geneva: International Telecommunication Union (ITU)**, Switzerland, Novembro 2005.

TAURION, C. A Internet das Coisas. **IBM**, 2014. Disponível em: <http://www.ibm.com/midmarket/br/pt/pm/internet_coisas.html>. Acesso em: 12 ago. 2014.

TEMBOO. Code the Internet of Everything. **TEMBOO**, 2015. Disponível em: <<https://www.temboo.com/iot>>. Acesso em: 03 fev. 2015.

THORP, J. PROCESSING, JSON & THE NEW YORK TIMES. **blprnt.blg**, 2009. Disponível em: <<http://blog.blprnt.com/blog/blprnt/processing-json-the-new-york-times>>. Acesso em: 22 set. 2014.

UCHÔAS, J. R. **Utilização da Internet das Coisas para o Desenvolvimento de um sistema de medição de índices meteorológicos**. Trabalho de Graduação (Curso de Tecnologia em Banco de Dados) - FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal. São José dos Campos, p. 70. 2013.

UNGERLEIDER, N. This life-changing philips hue hack makes the internet of everything mean something. **Fast Company**, 2014. Disponível em: <<http://www.fastcompany.com/3034044/this-life-changing-philips-hue-hack-makes-the-internet-of-everything-mean-something#2>>. Acesso em: 21 set. 2014.

UNICAMP. Teoria da Carga Cognitiva. **DCA**, 2014. Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/Seminars/Atas/Register/Sem0006/sld004.htm>>. Acesso em: 12 set. 2014.

VERMESAN, O.; FRIESS, P. **Internet of Things-Global Technological and Societal Trends From Smart Environments and Spaces to Green ICT**. [S.l.]: River Publishers, 2011. 10-26 p. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EugRvslW30C&oi=fnd&pg=PA9&dq=Internet+of+things&ots=3Sw2zBkABY&sig=dtPL9T3SK1RBdP2bvAnv5vv4gNg#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

VILLARES, F. et al. **Novas mídias digitais (audiovisual, games e música): impactos políticos, econômicos e sociais**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda., v. 1, 2008. ISBN ISBN 978-85-7650-191-6.

WAKEFIELD, K. geeky Gadgets. **The Ambient Umbrella**, 2009. Disponível em: <<http://www.geeky-gadgets.com/the-ambient-umbrella-30-12-2009/>>. Acesso em: 29 out. 2014.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **Scientific America**, New York, Setembro 1991. 94-104.

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

WEISER, M.; GOLD, R.; BROWN, J. S. The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s. **IBM systems journal**, 1999. 693-696.

XIVELY. **Xively by Logmein**, 2013. Disponível em: <<https://xively.com/>>. Acesso em: 12 set. 2014.

YAHOO! DEVELOPER NETWORK. Yahoo Weather RSS Feed. **Yahoo! Developer Network**, 2015. Disponível em: <<https://developer.yahoo.com/weather/documentation.html/>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

ZAMBARDA, P. ‘Internet das Coisas’: entenda o conceito e o que muda com a tecnologia. **TechTudo**, 2014. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acesso em: 28 fev. 2015.