

Projeto de Pesquisa:
Desenvolvimento e Controle de Dispositivos
para Internet das Coisas

Prof. Fermín Alfredo Tang Montané

Fevereiro de 2017

Introdução

A internet surgiu a mediados dos anos 90 e provocou uma revolução na maneira como as pessoas podiam acessar informações e se comunicar. Esta revolução da informação incentivou o uso dos computadores pessoais, e motivou a criação de uma infraestrutura de rede cada vez mais ampla e abrangente ao redor do mundo. Embora, inicialmente a criação de conteúdos fosse escassa, com um número de páginas relativamente pequeno dominado principalmente por empresas de tecnologia, governamentais, de ensino e notícias, posteriormente este número cresceu de maneira exponencial. Surgiram assim as primeiras plataformas de busca na internet. A medida que a rede crescia, a necessidade de comunicação das pessoas também aumentava e de essa forma apareceram os primeiros serviços de correio eletrônico, chat e redes sociais. O número de pessoas conectadas na rede foi crescendo rapidamente e com elas também uma diversidade de serviços através da rede. Dentre os principais serviços devemos destacar o surgimento do comércio eletrônico, a mídia eletrônica, principalmente os serviços de notícias, a produção de conteúdo áudio visual, o streaming de vídeos e músicas, entre outras. No entanto, uma segunda revolução ligada à internet viria a acontecer nos anos 2000, com o surgimento dos primeiros dispositivos móveis, *smartphones* e *tablets*. A internet ficou muito mais abrangente e com uma enorme quantidade de conteúdo e serviços. Esta segunda revolução nos dizia que não precisávamos mais de um computador pessoal para acessar a internet, poderíamos sempre levar um dispositivo móbil e ficar conectados o tempo todo.

A Internet das Coisas, pode ser considerada uma terceira revolução ligada à internet que se encontra atualmente em andamento. Trata-se da ideia de que diversos dispositivos, muitos deles de uso cotidiano ou não, podem também se conectar à internet e produzir conteúdo e/ou prestar serviços. Além disso, tais dispositivos podem se comunicar entre si. Como exemplo de dispositivos podemos destacar o uso de sensores de temperatura, humidade, que coletem informações de forma automática.

Resumo

Este projeto de pesquisa propõe o estudo dos sistemas de Internet das Coisas assim como de suas possíveis aplicações. O foco principal consiste em estudar e aplicar todas as etapas do processo de construção de dispositivos micro-controlados ("Coisas") na forma de protótipos que se comuniquem com a internet. Diversas técnicas das áreas de Eletrônica e Ciência de Computação são utilizadas, entre elas o

projeto de circuitos eletrônicos e a programação de programa par micro-controladores e aplicações via web.

1.- Descrição da Internet das Coisas

A origem da Internet das Coisas, se remonta às pesquisas realizadas pelo centro MIT Auto-ID, com tecnologias de identificação utilizados na indústria para automatizar processos, reduzir erros e incrementar a eficiência. Entre as tecnologias desenvolvidas encontra-se os códigos de barra, cartões inteligentes, sensores, reconhecimento de voz e biometria. Deve-se aos fundadores do Centro MIT Auto-ID, Kevin Ashton em 1999 e David L. Brock em 2001, a introdução e popularização do termo “Internet das Coisas”. A partir de 2003 a tecnologia principal da Auto-ID foi a identificação por rádio frequência (*Radio Frequency Identification*, RFID). Esta tecnologia foi apontada como chave para o desenvolvimento económico dos próximos 50 anos. É importante observar que a Auto-ID não tinha como objetivo criar uma nova rede global para a indústria, mas sim desenvolver elementos construídos sobre a Internet existente que permitissem o rastreamento de objetos e o compartilhamento de informações sobre esses objetos na rede. A Internet das Coisas pode ser considerada uma extensão da identificação por radio frequência RFID, na qual acrescentam-se novos serviços além do rastreamento de objetos da indústria e do comercio. Além disso, permite-se que os mais variados objetos possam se comunicar através da internet e gerar conteúdo.

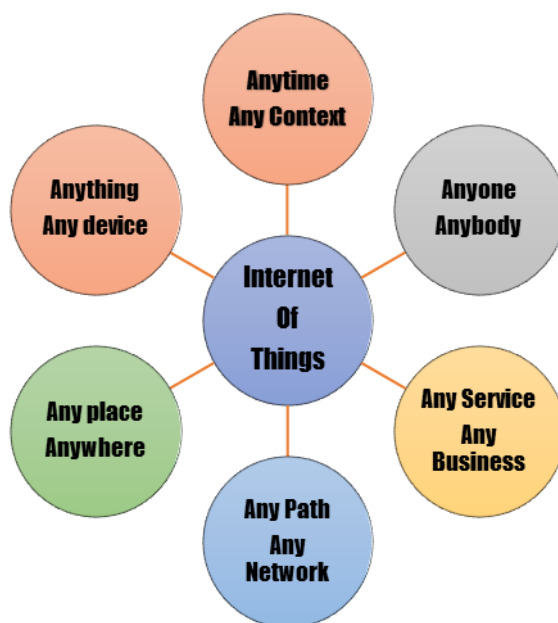


Figura 1. Características da Internet das Coisas. Fonte: SUNDMAEKER *et. al.*(2010)

A Internet das Coisas conecta objetos do mundo real com o mundo virtual, permitindo conectividade em qualquer momento e contexto (*Anytime/any context*), em qualquer lugar (*Anyplace/anywhere*), com qualquer coisa (*Anything/any device*) e pessoa (*Anyone/ anybody*). Define um ambiente onde os objetos físicos e as pessoas, se conectam entre si, utilizando a internet através de qualquer caminho, rede local ou remota (*any path/network*). Tais entidades compartilham dados e executam serviços das mais diversas áreas de aplicação (*Any service/ Any Bussiness*) através da rede. A Figura 1, ilustra estas seis características da Internet das Coisas (SUNDMAEKER, *et. al.*, 2010).

A Internet das Coisas pode ser definida como uma infraestrutura de rede global, dinâmica e com capacidades de autoconfiguração, onde as “coisas” são dispositivos eletrônicos que possuem uma identidade e capacidade de interagir e se comunicar entre si através da rede. Estes dispositivos percebem o seu ambiente, “mundo real/físico” através de sensores e são capazes de produzir dados sobre esse ambiente. Os dados alimentam a rede e ativam objetos virtuais que executam processos e serviços. Tais processos podem envolver a intervenção humana ou não. Quando solicitadas as “coisas” são capazes de reagir de maneira autônoma através de atuadores produzindo mudanças no seu ambiente. Espera-se que as “coisas” se tornem participantes ativas nas mais diversas atividades humanas.

1.1.- Estrutura e funcionamento

Esta seção descreve a estrutura e o funcionamento de um Sistema de Internet das Coisas.

Em primeiro lugar temos os dispositivos **sensores e atuadores** que funcionam como uma espécie de sistema nervoso digital. Os sensores são dispositivos capazes de perceber diversos estímulos físicos, e realizar as mais diversas medições, tais como temperatura, pressão, humidade, captar sons e imagens, determinar a localização dos objetos. Já, os atuadores são dispositivos capazes de responder a um estímulo, por exemplo fechando um registro de água, movimentando um dispositivo, aquecendo um ambiente, etc. Os sensores e atuadores podem de fato ser as “Coisas” ou fazer parte delas. A Figura 2, ilustra diversos sensores e atuadores.

1 SENSORS & ACTUATORS

We are giving our world a digital nervous system. Location data using GPS sensors. Eyes and ears using cameras and microphones, along with sensory organs that can measure everything from temperature to pressure changes.

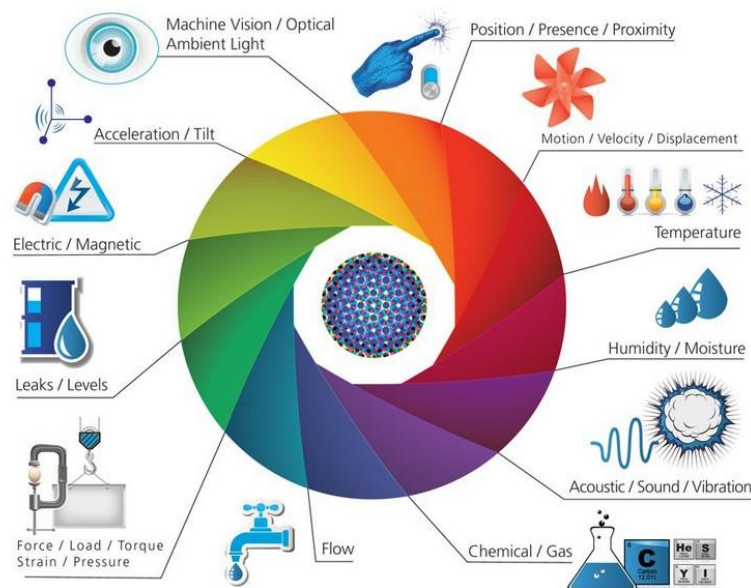


Figura 2. Sensores e Atuadores. Fonte: Blog *About Stats*.

Em segundo lugar, temos a rede que interconecta as “Coisas”, sejam elas sensores, atuadores ou outras “Coisas” mais complexas que fazem uso destes dispositivos. As informações captadas pelos sensores são digitalizadas e enviadas pela rede. De maneira análoga, informações de controle pode ser enviadas a partir da rede para os atuadores. Uma terceira possibilidade é os dispositivos compartilhar informações, processar informação uns para os outros, ou enviar estímulos uns para os outros. A Figura 3, ilustra a conectividade entre os dispositivos, as diferentes tecnologias de conexão em rede, assim como os diferentes tipos de rede e a sua abrangência.

2 CONNECTIVITY

These inputs are digitized and placed onto networks.

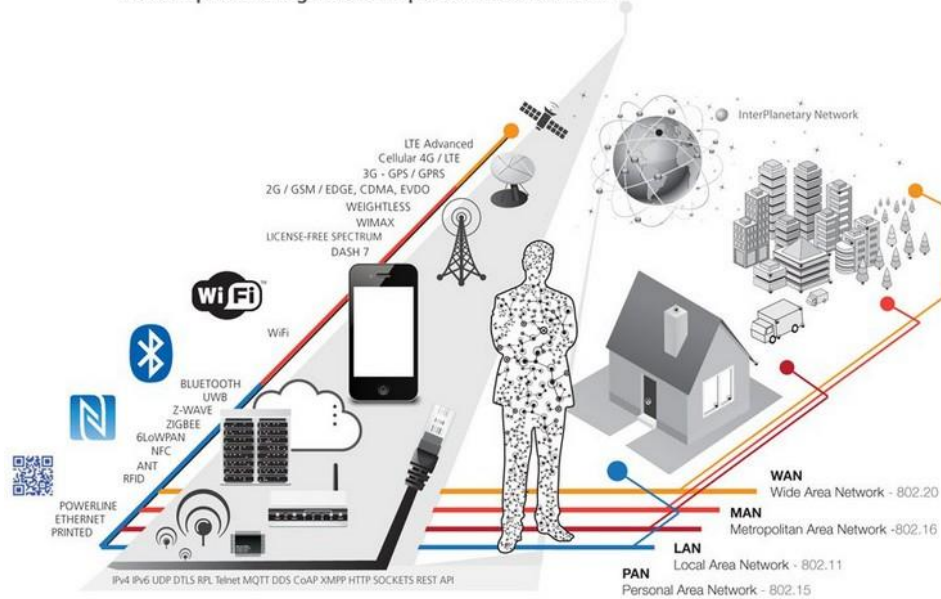


Figura 3. Conectividade entre dispositivos. Fonte: Blog *About Stats*.

Finalmente, temos a integração dos dados coletados na rede, junto às pessoas que tem interesse nesses dados e aos processos que transformam os dados em informações de interesse ou em ações de resposta pertinentes. As informações geradas podem ser utilizadas na tomada de decisões em empresas das mais diversas áreas de aplicação. A Figura 4. Ilustra a integração entre os dados alimentados na rede, as pessoas, e os processos transformadores desses dados.

3 PEOPLE & PROCESSES

These networked inputs can then be combined into bi-directional systems that integrate data, people, processes and systems for better decision making.

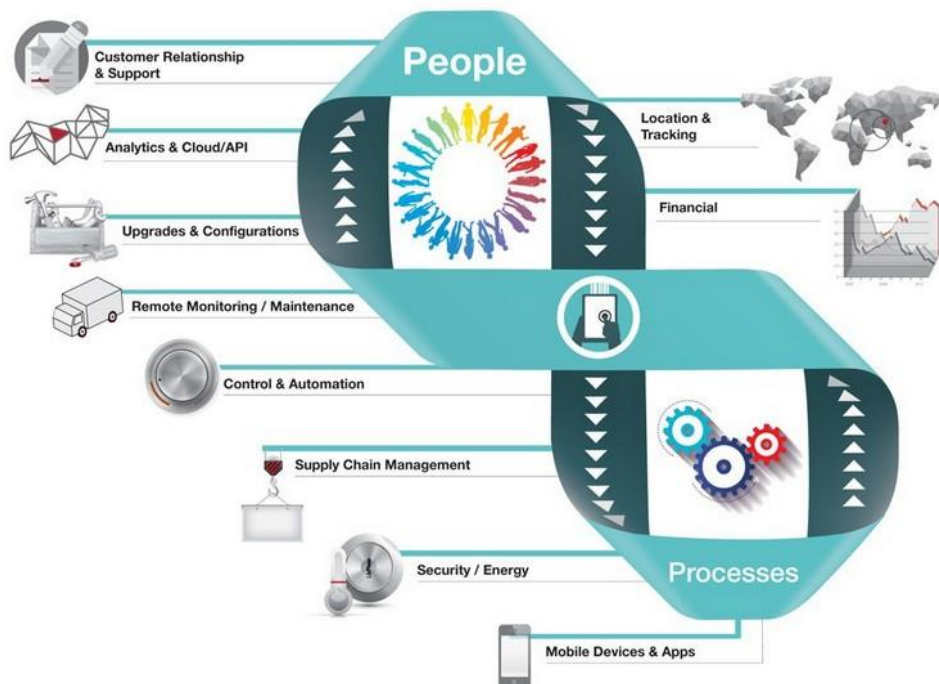


Figura 4. Integração entre pessoas e processos. Fonte: Blog *About Stats*.

1.2.-Tecnologias envolvidas

Um número significativo de mudanças tecnológicas permitiram o surgimento da Internet das Coisas. Estes avanços tecnológicos incluem:

- **Sensores baratos.-** o preço dos sensores caíram para uma média de 60 centavos de \$1,30 nos últimos 10 anos.
- **Banda de rede Barata.-** O custo da banda de rede também declinou de maneira precipitada, por um fator de 40 vezes nos últimos anos.
- **Processamento barato.-** De maneira similar o custo de processamento diminuiu quase 60 vezes nos últimos 10 anos, permitindo não somente que mais dispositivos estejam conectados, assim como que sejam o suficientemente inteligentes como para saber o que fazer com os dados que eles geram ou recebem.
- **Smartphones.-** Os telefones celulares inteligentes tem se tornado a porta de entrada para Internet das Coisas das pessoas. Eles podem servir como controle remoto ou como *hub* para dispositivos de casas automatizadas, carro inteligente ou para dispositivos de saúde ou condicionamento físico que os consumidores utilizam.
- **Cobertura Sem fio Ubíqua.-** Uma vez que a cobertura WiFi se tornou ubíqua, a conectividade sem fio está disponível de graça ou a um custo muito baixo, uma vez que o WiFi utiliza um espectro não licenciado e não requer uma taxa de acesso mensal para o provedor.

- **Big Data.-** Como as Internet das Coisas pode por definição gerar grandes quantidades de dados não estruturados, a capacidade de análise de Big Data é um requisito chave.
- **IPv6.-** Muitos equipamentos de rede atualmente suportam a mais nova versão do protocolo de internet (IP), o IPv6. O protocolo padrão é o IPv4 que deverá ser substituído pelo novo IPv6. O IPv4 suporta endereços de 32 bits, o que permite representar até 4,3 bilhões de endereços, número que já foi largamente superado pela quantidade de dispositivos conectados globalmente. Em contraste, o IPv6 pode trabalhar com endereços de 128 bits, ou aproximadamente $3,4 \times 10^{38}$ endereços. Um número tão absurdamente grande que permitiria que todos os dispositivos de Internet das Coisas pudessem ser conectados.

1.3.- Atributos e Características

A internet das coisas possui atributos chave que a distinguem da internet tradicional como apontado pelo *framework* SENSE da Goldman Sach. Os cinco atributos que a caracterizam são os seguintes: *Sensing*, *Efficient*, *Networked*, *Specialized*, *Everywhere* conforme mostrado na Tabela 1:

Tabela 1. Características da Internet das Coisas.

	O que a Internet das Coisas Faz	Como difere da Internet
<i>Sensing</i>	Potencializa o uso de sensores ligados às coisas.	Muito mais dados são gerados pelas coisas com sensores que pelas pessoas.
<i>Efficient</i>	Adiciona inteligência a processos manuais (p.e reduzir o uso de energia em dias quentes).	Estende os ganhos de produtividade da internet também às coisas, além das pessoas
<i>Networked</i>	Conecta objetos à rede (p.e. termostatos, carros, relógios).	Parte da inteligência muda da nuvem para as redes locais (<i>Fog Computing</i>)..
<i>Specialized</i>	Personaliza a tecnologia e os processos a vetores específicos (p.e saúde, varejo, petróleo).	Ao contrário da maior acessibilidade das soluções para PCs e smartphones, as soluções para Internet das Coisas são mais fragmentadas.
<i>Everywhere</i>	Implantada de maneira sutil (p.e. nas pessoas, nos carros, nas casas, cidades, fábricas)	Presença ubíqua, resultando em (uma ordem de grandeza a mais) mais dispositivos e muitas mais preocupações com a segurança.

1.4.- Perspectivas de Crescimento

Inicialmente os dispositivos conectados eram em sua maioria celulares inteligentes e tablets, nos últimos anos, surgiram uma diversidade de dispositivos que

vão desde televisões e eletrodomésticos, dispositivos de automação residencial até relógios e monitores de condicionamento físicos. Estima-se que para o ano 2020, existirão aproximadamente 4 bilhões de pessoas conectadas a internet, com a possibilidade de receita de \$4 trilhões derivadas das atividades relacionadas com a internet das coisas. Teremos mais de 25 milhões de aplicativos e mais de 25 bilhões de sistemas inteligentes embutidos (25 bilhões de “coisas”). A quantidade de dados gerada por esses artefatos ou “coisas” será enorme na ordem de 50 trilhões de gigabytes. A Internet das Coisas já está entre nós e as perspectivas de crescimento são bastantes significativas como ilustrado na Figura 5.

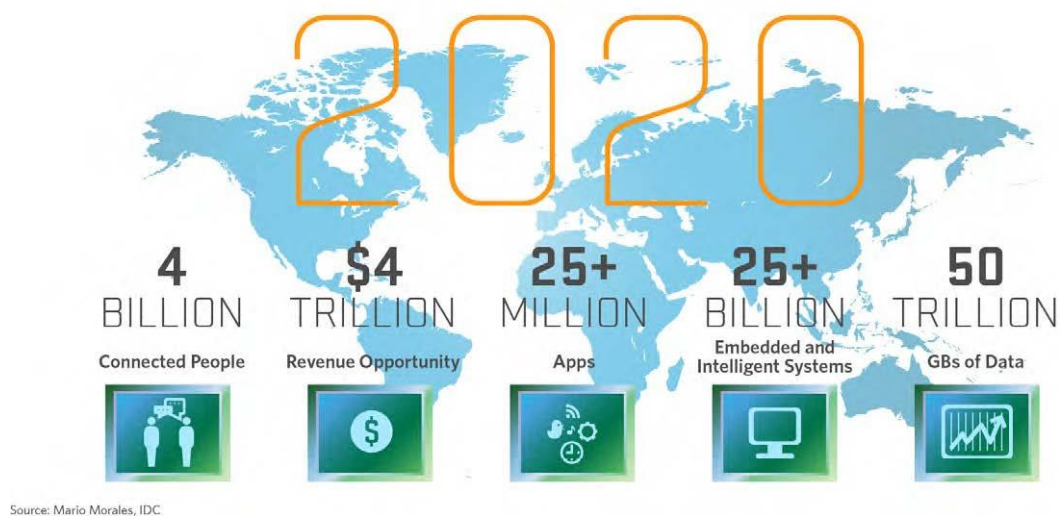


Figura 5. Predição de crescimento da Internet das Coisas. Fonte: Blog *World Stream*.

1.5.- Áreas de aplicação

A Internet das Coisas pode ter diversas áreas de aplicação, dentre elas destacam-se a automação residencial e aplicações vinculadas ao meio ambiente, aplicações na área da saúde, na indústria, na organização das cidades assim como na área de transporte e logística. Aplicações específicas formam ecossistemas de dispositivos integrados através da rede onde compartilham dados e serviços de processamento. A Figura 6 ilustra alguns ecossistemas de Internet das Coisas.

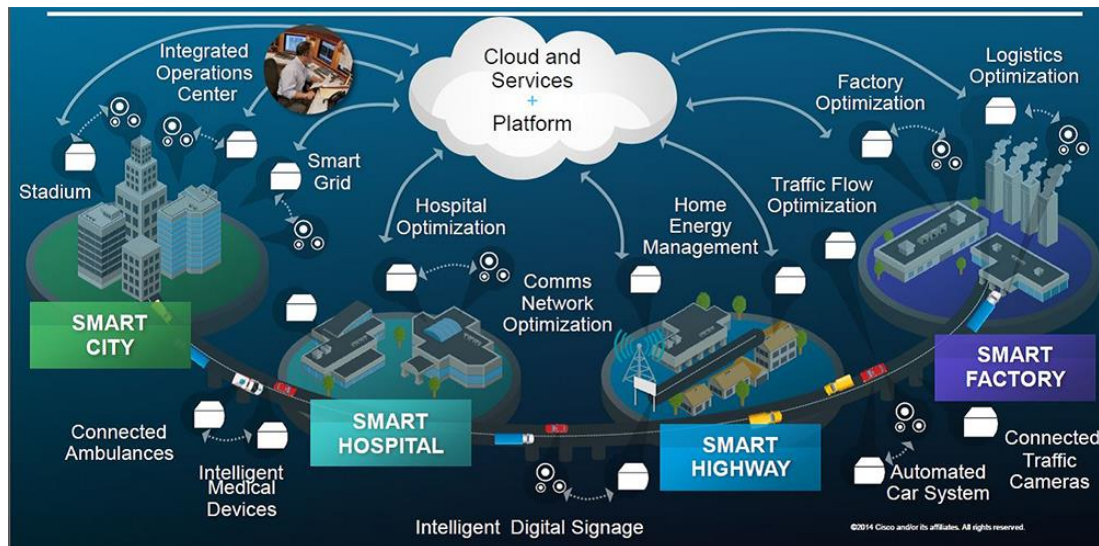


Figura 6. Ecossistemas de Internet das Coisas. Fonte. DataFloq.

2.- Objetivos

O presente projeto tem como objetivo principal desenvolver a capacidade de construir dispositivos micro-controlados que possam acessar ou serem acessados através da internet. Fazer um estudo aprofundado da filosofia da Internet das Coisas. Fazer um levantamento de projetos com base nesta filosofia que se adequem aos recursos disponíveis pelo projeto do orientador. Trabalhar todas as etapas de construção de um dispositivo micro-controlado, desde o desenvolvimento do circuito eletrônico, construção da estrutura física de suporte e programação do micro-controlador e do aplicativo via web. Como objetivos secundários, o trabalho visa incentivar aos alunos do curso da Ciência da Computação para trabalhar na área de micro-controladores e desenvolvimento de aplicativos Web. Também consolidar a área de micro-controladores junto ao referido curso.

3.- Metodologia

Nesta parte descreve-se a metodologia que será utilizada para a realização do projeto proposto. O foco principal deste projeto consiste em estudar o processo de desenvolvimento de dispositivos eletrônicos de acordo com a filosofia da Internet das Coisas. Logo após, colocar em prática este processo, mediante a criação de protótipos. Cabe mencionar que a escolha de aplicações específicas para Internet das Coisas, e em consequência de seus dispositivos será realizada de acordo com a preferência de cada aluno bolsista vinculado a este projeto. A construção de protótipos para Internet das Coisas envolve basicamente quatro etapas (McEWEN e CASSIMALLY, 2014):

- i) Desenvolvimento do circuito eletrônico do dispositivo;
- ii) Construção da estrutura física de suporte;
- iii) Implementação do código para o dispositivo;
- iv) Desenvolvimento do aplicativo para comunicação e/ou controle via internet.

Nas próximas seções aborda-se cada uma destas etapas junto a outras complementares.

3.1- Plataformas para o desenvolvimento da parte eletrônica

Para o desenvolvimento da parte eletrônica do protótipo a questão central é o uso de micro-controladores. Neste ponto é possível o uso de duas abordagens:

- i) Desenvolver os circuitos eletrônicos com base em um micro-controlador;
- ii) Desenvolver os circuitos eletrônicos com base em plataformas micro-controladas.

A primeira abordagem é mais rudimentar, do tipo faça você mesmo, uma vez que o micro-controlador deverá ser conectado diretamente conforme desejado, identificando-se de maneira conveniente as entradas e saídas de interesse. Esta abordagem exige muito mais trabalho e tempo para realizar as conexões, conhecimento da arquitetura do micro-controlador, e habilidades com relação à soldagem de componentes. A vantagem neste caso é o custo reduzido do projeto.

Já a segunda abordagem é muito mais prática, uma vez que a plataforma micro-controlada facilita o acesso aos terminais do microcontrolador. Embora o custo seja um pouco maior neste caso, a vantagem encontra-se na prototipação, uma vez que não é necessário realizar a soldagem de componentes. Isto é de particularmente importante uma vez que a prototipação costuma envolver certo nível de retrabalho ou reprocesso. Por este motivo utilizaremos a segunda abordagem.

Dentre as plataformas micro-controladas mais populares destacam-se as seguintes: **Arduino Uno**, **Raspberry Pi** e **BeagleBone** (MARGOLIS, 2012 e McROBERTS, 2013).

O **Arduino Uno** é uma escolha de fato bem estabelecida. O principal motivo é que não tem rivais quando se trata da riqueza de suporte e documentação, e a sua natureza aberta faz com que seja fácil de estender e incorporar em produtos finais. O único aspecto negativo na escolha do Arduino reside nas suas capacidades mais limitadas no que se refere ao número de conectores e capacidade de processamento. No entanto, ele se adequa bem na maioria das aplicações. A sua simplicidade representa um benefício em muitos cenários de computação física, porém, em certas

aplicações de Internet das Coisas que requerem bom nível de segurança, a plataforma base do Arduino Uno parece ficar no limite das suas capacidades.

Por outro lado, temos os sistemas **Raspberry Pi** e **BeagleBone**, baseados no Linux. Eles fornecem muito mais poder de processamento e conectividade, tanto quanto for necessário. Porém, esses sistemas trazem um incremento da complexidade, assim como um custo muito maior por unidade, caso se deseje levar o protótipo para produção em massa. O Raspberry Pi tem um desempenho melhor e melhor comunidade de suporte. Já o BeagleBone possui capacidade de se conectar com diversos componentes eletrônicos assim como um percurso mais simples até a manufatura.

3.2- Construção da Estrutura Física do Protótipo

Outro passo importante consiste em estudar o projeto da estrutura física do protótipo ou estrutura de suporte no qual o dispositivo eletrônico será assentado. Este processo considera desde rascunhos ou esboços iniciais, até ferramentas que podem ser usadas para trazer o design ao mundo real, em particular, destacam-se novas formas de fabricação digital, como corte a laser ou impressão 3D. Estas tecnologias se tornaram muito mais acessíveis nos últimos anos, permitindo a criação de estruturas personalizadas a baixo custo. Para evitar ter que fazer o design desde zero, existem sites que disponibilizam para download o design 3D para uma peça ou estrutura chave. Por exemplo, o site da Thingiverse.

3.3- Desenvolvimento de Código Embutido

O controle do protótipo (dispositivo eletrônico micro-controlado) exige a implementação de um programa em uma linguagem de programação própria para o micro-controlador. Esta linguagem costuma ser uma extensão da linguagem C na maioria dos casos, por exemplo no caso da plataforma Arduino (PURDUM, 2012). Esta seção apresenta uma explicação mais detalhada das técnicas necessárias para escrever código para sistemas embutidos. Explica de que forma o código embutido difere do código padrão para desktop ou da programação para servidores. Entre as principais recomendações ao desenvolver código para sistemas embutidos destacam-se as seguintes:

- Mover o máximo de dados, assim que for possível para a memória flash ou ROM em vez da RAM, uma vez que a última costuma ficar em menor quantidade.

- Se os items não vão mudar, utilizar constantes. Isso faz com que seja mais fácil movê-los dentro da memória flash/ROM e permite que o compilador otimize o código.
- Se existem pequenas quantidades de memória, favoreça o uso da pilha sobre o *heap*.
- Escolha o seu algoritmo cuidadosamente. Prefira algoritmos iterativos ao invés de recursivos já que os primeiros garantem que o uso da memória seja determinístico.
- Utilize sempre que puder o modo de baixo consumo de energia.
- Se não estiver usando alguma coisa, desligue-a o máximo que puder. Isto se aplica tanto ao processador como aos outros subsistemas de hardware.
- Reduza a quantidade de dados transferidos entre o servidor de aplicações e o dispositivo. Realize otimizações separadas em cada lado, porém evite otimizações prematuras.
- Copiar dados na memória é caro, realize essa operação o menos possível.
- Trabalhe junto ao compilador e não contra ele. Organize seu código de maneira a otimizar o fluxo de execução mais provável.
- Escolha bibliotecas de maneira cuidadosa. Uma biblioteca de um sistema operacional padrão pode não ser uma boa escolha para um ambiente embutido.

3.4- Desenvolvimento de Aplicações via Web

Esta parte do projeto estuda os aspectos relacionados ao desenvolvimento de aplicações web para dispositivos da Internet das Coisas. Em particular, interessa pesquisar as maneiras mais eficientes de interagir através da rede com os protótipos criados, seja acessando serviços disponíveis na rede, bancos de informações ou apenas recebendo comandos de controle através do aplicativo. Com esta finalidade, devem ser desenvolvidos aplicativos que estabeleçam a conexão através da rede e acessem os serviços ou os dados. Estas tarefas podem ser realizadas através de APIs, disponibilizadas em bibliotecas de diversas linguagens de programação, como Java, Ruby, Python, entre outras. A escolha da linguagem mais adequada ser influenciada pela plataforma micro-controlada adotada. Por exemplo, decidir utilizar Ruby on Rails como linguagem devido a sua licença de código aberto.

3.5- Fundamentos da Comunicação na Internet

Como complemento da seção anterior, é importante destacar que para desenvolver aplicativos para Web, será necessário estudar os fundamentos sobre comunicação na Internet. O protocolo TCP/IP é o fundamento da comunicação de dados na internet. Cada camada representa um conjunto de regras sobre como realizar a comunicação, onde cada camada superior é construída sobre as camadas inferiores, oferecendo um nível superior de abstração. A maior parte do desenvolvimento na Internet, envolvem as camadas de abstração mais altas. Entre elas encontra-se a camada de aplicação, que inclui o protocolo HTTP, assim como as APIs mencionadas anteriormente.

Para entender como funciona a comunicação e fazer as melhores escolhas tecnológicas é importante também entender os níveis inferiores. O TCP oferece grande confiabilidade na camada de transporte; no entanto, algumas vezes você pode decidir que o protocolo UDP mais leve se ajusta melhor a suas necessidades. Os endereços IP, são conceitos importantes da camada de Internet e são peças chave para acessar os dispositivos através da Internet. A próxima geração deste protocolo, o IPv6, é usado em infraestrutura e será crítico para prevenir o esgotamento de endereços que está próximo, acelerado ou precipitado, pelo crescimento massivo da telefonia móbil, e pelos dispositivos da Internet das Coisas.

No nível mais baixo, na camada de conexão (*link layer*) os dispositivos são identificados não pelo seu endereço de IP, uma vez que o endereço somente é definido posteriormente na camada acima, mas pelo seu endereço de MAC. Esta camada inclui tipos comuns de protocolos de redes locais, tais como Ethernet cabeada e WiFi, assim como as novas redes de área pessoal (PAN), tais como as 802.15.4 padrão.

4.- Recursos e materiais utilizados

Para a execução do projeto proposto, serão utilizadas as instalações do Laboratório de Ciências Matemáticas (LCMAT) pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologias (CCT) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Em particular, dispõe-se de uma sala dedicada ao estudo de projetos baseados em micro-controladores, que dispõe de uma bancada para a construção dos protótipos e conta com dois PCs de apoio para a parte da programação. Estes PCs possuem desempenho adequado às necessidades do projeto e foram doados pelo orientador deste projeto. Além disso, dispõe-se de um conjunto de componentes eletrônicos para

projetos com micro-controladores, adquiridos pelo orientador deste projeto, entre eles destacam-se:

- 10 placas Arduino Uno usadas em aulas;
- 10 protoboards de 400 pontos, usadas em aulas;
- 5 placas Arduino Uno, destinadas para projetos de pesquisa;
- 5 protoboards de 800 pontos, destinadas para projetos de pesquisa;
- 3 placas Garagino destinadas para projetos de pesquisa;
- 3 bases para veículos robóticos;
- Displays: (3) Displays 16x2;
- Controladoras: (3) Motor Shield;
- Motores diversos: 5 Servo motores, 5 Motores DC, entre outros;
- Sensores diversos: (3) Ultrassom, (1) temperatura, (1) gás, (1) presença, etc;
- Outros componentes eletrônicos como: leds, resistores, fontes de alimentação.

A sala conta também com outros materiais de trabalho: como ferro de solda, alicates, pinças, cabos, entre outros.

5.- Resultados e impactos esperados

Entre os resultados esperados nos trabalhos desenvolvidos nesta linha de pesquisa destacam-se os seguintes:

- desenvolver a capacidade de pesquisa dos alunos envolvidos;
- incentivar a criatividade e o empreendedorismo;
- ampliar o conhecimento dos alunos na área de micro-controladores;
- aprimorar a capacidade crítica dos alunos com relação a trabalhos existentes;
- desenvolver a capacidade de construir protótipos de dispositivos que possam ser usados em aplicações de internet das coisas. Sendo contempladas as etapas de projeto eletrônico do dispositivo, físico de suporte e lógico na forma de programas para microcontrolador e aplicativos para comunicação via internet.
- escrever artigos que sejam publicados em eventos científicos qualificados e se for possível em periódicos qualificados.
- atrair o interesse dos setores produtivos e de serviços vinculados a um contexto específico de aplicação do problema que foi objeto de estudo visando a implementação do mesmo.

6.- Plano de Trabalho

O plano de trabalho para cada aluno de iniciação científica vinculado ao projeto visará a construção de um dispositivo micro-controlado para Internet das Coisas escolhido de acordo com uma área de aplicação de interesse do aluno.

Referências Bibliográficas

1. Blog About Stats. Disponível em: <<https://blogstats.wordpress.com/category/025-internet-of-things-iot/>>. Acesso em: 17/02/2017.
2. Blog *World Stream*. Disponível em: <<http://www.wordstream.com/blog/ws/2015/01/09/the-internet-of-things>>. Acesso em: 17/02/2017.
3. DataFloq. Disponível em: <<https://datafloq.com/read/internet-of-things-more-than-smart-things/1060>>. Acesso em: 17/02/2017.
4. MARGOLIS, M. Arduino Cookbook, Editora O'Reilly, 2ª Edição, 2012.
5. McEWEN, A.; CASSIMALLY, H. Designing the Internet of Things. Editora Wiley. 2ª Edição, 2014.
6. McRoberts, M. Beginning Arduino. Editora Apress. 2ª Edição, 2013.
7. PURDUM, J. Beginning C for Arduino. Learn C Programming for the Arduino and Compatible Microcontrollers. Editora Apress. 2012.
8. SUNDMAEKER, H.; GUILLEMIN, P.; FRIESS, P. e WOELFFLÉ, S. MCEWEN, Vision and Challenges for Realising the Internet of Things. Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, 2010.