

DANIEL KIYOSHI CORREIA KAWAMURA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO EM NODEJS E NODE-RED PARA
INTERNET OF THINGS**

Assis/SP
2017

DANIEL KIYOSHI CORREIA KAWAMURA

**ESTUDO EXPLORATÓRIO EM NODEJS E NODE-RED PARA
INTERNET OF THINGS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis,
como requisito do Curso de Graduação.

Orientador: Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

Área de Concentração: Informática

Assis/SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

KAWAMURA, Daniel Kiyoshi Correia

Estudo exploratório em NodeJS e Node-RED para Internet of Things / Daniel Kiyoshi Correia Kawamura. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2017.

56p

Orientador: Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA

1. Internet das Coisas. 2. NodeJS 3. Node-RED 4. Arduino

CDD: 001.6
Biblioteca da FEMA

ESTUDO EXPLORATÓRIO EM NODEJS E NODE-RED PARA INTERNET OF THINGS

DANIEL KIYOSHI CORREIA KAWAMURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis,
como requisito do Curso de Graduação, analisado
pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

Analisador(1):

Assis/SP

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família, meus pais que sempre me apoiaram e por terem dado a melhor educação possível, aos amigos e todas as pessoas que me incentivaram e acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por não me abandonar e fazer parte da minha vida e por sempre estar cuidando de todos nós.

Agradeço aos meus pais Shirlei Correia de Souza Kawamura e Inácio Kiyoshi Kawamura que estão sempre ao meu lado me apoiando, incentivando e acreditando em mim.

A todos meus amigos, que sempre me ajudaram e ficaram do meu lado me apoiando.

Ao meu orientador Professor MSc. Guilherme de Cleve Farto, por me orientar e me ajudar nesta fase acadêmica.

A todos os meus professores destes meus quatro anos de curso, que ajudaram em minha formação acadêmica.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado. A imaginação envolve o mundo. ”

Albert Einstein (1879 - 1955)

RESUMO

A internet é uma ferramenta de extrema importância na vida de qualquer pessoa. A partir dela, é possível obter informações com fácil acesso, comunicar-se com pessoas em qualquer parte do mundo instantaneamente e compartilhar arquivos e notícias com extrema velocidade. E devido ao grande avanço na internet, diversos conceitos estão surgindo para facilitar o cotidiano das pessoas, e um dos conceitos mais populares é Internet das Coisas ou *Internet of Things* (IoT). O conceito de Internet das Coisas vem crescendo em um nível muito alto no mundo inteiro. A ideia de conectar objetos do cotidiano à internet vem agradando todo mundo, porque isso facilitará a rotina diária das pessoas, tornando-se mais simples e rápida. Com Internet das Coisas é possível conectar eletrodomésticos, roupas, automóveis e diversos outros objetos à internet, podendo controlar esses objetos por meio de dispositivos móveis. Essa pesquisa visa expandir o conhecimento em Internet das Coisas utilizando-se as plataformas NodeJS e Node-RED e desenvolver um projeto de IoT utilizando tais ferramentas.

Palavras-chaves: *Internet das Coisas, NodeJS, Node-RED, Arduino.*

ABSTRACT

The internet is a tool of utmost importance in the life of any person. From there, you can get information with easy access, communicate with people anywhere in the world instantly and share files and news with extreme speed. And because of the breakthrough on the internet, a lot of concepts are coming up to make everyday life easier, and one of the most popular concepts is Internet of Things (IoT). The concept Internet of Things has been growing at a very high level all over the world. The idea of connecting everyday objects to the internet pleasing everyone, because this will facilitate a daily routine of people, making it simpler and faster. With Internet of Things it is possible to connect household appliances, clothing, automobiles and various other objects to the internet, being able to control these objects through mobile devices. This research aims to expand the knowledge Internet of Things using the NodeJS and Node-RED and develop an IoT project using such tools.

Keywords: *Internet of Things NodeJS, Node-RED, Arduino.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – IoT no meio domiciliar	17
Figura 2 – Crescimento da Internet das Coisas	19
Figura 3 – Impacto economico da IoT em 2025	20
Figura 4 – Pagina de download do NodeJS	24
Figura 5 – Codificação “Hello World” NodeJS	25
Figura 6 – “Hello World” NodeJS.....	26
Figura 7 – Aplicação em Node-RED	29
Figura 8 – Instalação do Node-RED.....	30
Figura 9 – Plataforma Node-RED em execução	31
Figura 10 – Primeira etapa do Hello World em Node-RED	32
Figura 11 - Segunda etapa do Hello World em Node-RED	33
Figura 12 - Ultima etapa do Hello World em Node-RED	33
Figura 13 – Estrutura da Aplicação Twitter	35
Figura 14 – Página do controlador de led RGB.....	36
Figura 15 – Diagrama Comparativo entre Node-RED e Johnny-Five.....	38
Figura 16 – Ligação entre os Nodes (nós)	39
Figura 17 – Estrutura física da Aplicação Twitter	40
Figura 18 – Estrutura física do controlador de led RGB	41
Figura 19 – Etapa 1 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter	42
Figura 20 – Etapa 2 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter	43
Figura 21 – Etapa 3 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter	44
Figura 22 – Etapa 4 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter	45
Figura 23 – Resultado Final da Aplicação Twitter	46
Figura 24 – Estrutura do controlador de led RGB no Node-RED	51

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivos Gerais.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVAS	14
1.3 MOTIVAÇÃO	14
1.4 PERSPECTIVA DE CONTRIBUIÇÃO	15
1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA	15
2 – INTERNET DAS COISAS	16
2.1 INTRODUÇÃO	16
2.2 CONCEITOS	17
2.3 CRESCIMENTO DA INTERNET DAS COISAS	18
2.4 PLATAFORMAS E TECNOLOGIAS RELACIONADAS A IOT.....	21
2.4.1 Arduino	21
2.4.2 Raspberry Pi.....	22
2.4.3 Sensores.....	23
3 – PLATAFORMA NODEJS	24
3.1 INTRODUÇÃO	24
3.2 INSTALAÇÃO.....	24
3.2.1 Aplicação Teste.....	25
3.3 VANTAGENS DO NODEJS	26
3.3 PACOTE JOHNNY-FIVE	27
4 – PLATAFORMA NODE-RED	29
4.1 INTRODUÇÃO	29
4.2 INSTALAÇÃO DO NODE-RED	30
4.2.1 Aplicação Teste.....	32
4.3 VANTAGENS DO NODE-RED	34
5 – PROPOSTA DE TRABALHO	35

5.1 APLICAÇÃO TWITTER	35
5.2 CONTROLADOR DE LED RGB	36
5.3 DISPOSITIVOS	37
5.4 NODE-RED E JOHNNY-FIVE	37
6 – DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	39
6.1 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO.....	42
6.2 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO CONTROLADOR	47
7 – CONCLUSÃO.....	52
7.1 TRABALHOS FUTUROS.....	52
REFERÊNCIAS.....	54

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento da tecnologia permitiu desenvolver aplicações para facilitar o cotidiano das pessoas, tornando seu dia-a-dia, mais rápido e prático. Com tal avanço na tecnologia, surgiu o conceito “*Internet of Things*” (Internet das Coisas).

A Internet das Coisas trata-se a uma revolução tecnológica que tem como propósito conectar os itens utilizado no dia a dia à rede mundial de computadores. Cada vez mais surgem eletrodomésticos, meios de transporte e até mesmo vestimentas conectadas à Internet e a outros dispositivos, como computadores e smartphones. A Internet das Coisas refere-se à integração de objetos físicos e virtuais em redes conectadas à Internet, permitindo que “coisas” colem, troquem e armazenem uma enorme quantidade de dados numa nuvem, em que uma vez processados e analisados esses dados, gerem informações e serviços em escala inimaginável. (ALMEIDA, 2015 p.8).

Com a inclusão da Internet das Coisas diversas tecnologias surgiram, afim de facilitar o desenvolvimento de aplicações em IoT. Uma dessas tecnologias é o Node-Red, que é uma plataforma online compatível com diversos microcontroladores com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de aplicações em IoT. O Node-RED funciona com base no NodeJS, e é configurável grande parte visualmente, tratando-se de o usuário escolher as opções que pretende no painel e ligar com uma espécie de fio as opções.

O sistema embarcado vem ganhando cada vez mais espaço devido ao crescimento da tecnologia. Além disso, várias aplicações vêm sendo desenvolvidas. De acordo com Barros (2012, p.12):

Os dispositivos móveis vêm ganhando grande destaque pela integração com os sistemas embarcados, essa nova integração traz grandes avanços no desenvolvimento possibilitando assim a criação de sistemas integrados cada vez mais inteligentes e possibilitando ao usuário interagir com ele.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVOS GERAIS

Esse projeto tem como objetivo, pesquisar tecnologias para desenvolvimento de novas aplicações em IoT. Explorar e avaliar experimentalmente a adoção de NodeJS e Node-RED no contexto de Internet das Coisas.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explorar os conceitos e recursos de desenvolvimento com NodeJS.
- Explorar os conceitos e recursos de desenvolvimento com Node-RED.
- Propor e implementar um protótipo com NodeJS, Node-RED e Internet das Coisas.

1.2. JUSTIFICATIVAS

Tendo em vista o grande avanço na área de Internet das Coisas e também a automação dos eletrônicos, é cada vez mais necessárias aplicações que se integrem a sensores e dispositivos embarcados para o uso de dados de ambientes e lugares. Este trabalho se justifica pelo constante crescimento de Internet das Coisas em distintos cenários, como educacional, de saúde e industrial.

1.3. MOTIVAÇÃO

Com a iminente popularização de aplicações em IoT, esta pesquisa pretende explorar e relatar os principais conceitos de Internet das Coisas. Além disso, a pesquisa objetiva compartilhar o conhecimento para contribuir com o desenvolvimento de aplicações em IoT e também compreender como funciona a comunicação entre os dispositivos.

Outra grande motivação é a chance de, num futuro próximo, o mercado de trabalho necessitar de profissionais com conhecimento na linha do tema desta pesquisa, uma vez que a área de desenvolvimento de IoT cresce exponencialmente a cada dia.

1.4. PERSPECTIVAS DE CONTRIBUIÇÃO

Com o grande avanço na área de IoT acredita-se que presente pesquisa pode proporcionar um bom conhecimento sobre o assunto, contribuindo com a oferta de material de consulta e pesquisas futuras.

Poderão ser realizados novos projetos na área de aplicação e aprender mais sobre o conceito de IoT, podendo assim contribuir com o crescimento desta tecnologia.

1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA

Esse trabalho será realizado através de pesquisas teóricas, de forma a adquirir os conhecimentos necessários por meio da leitura de artigos científicos, monografias, dissertações, teses, guias práticos e técnicos, livros e fontes digitais confiáveis.

A pesquisa irá focar no entendimento do conceito de *Internet of Things* e suas tecnologias e também da plataforma Arduino onde será realizado um protótipo de projeto com IoT, NodeJS e Node-RED.

2. INTERNET DAS COISAS (IoT)

2.1. INTRODUÇÃO

A internet das Coisas tem como objetivo conectar objetos eletrônicos utilizados no dia-a-dia à internet e se comunicando mutuamente. A ideia de conectar objetos é discutida desde 1991, quando a conexão TCP/IP e a internet começou a se popularizar. Sendo assim, Bill Joy, co-fundador da Sun Microsystems pensou sobre a conexão Device para Device.

Porém, de acordo com a revista eletrônica SAS, o conceito Internet of Things (Internet das Coisas) surgiu em 1999 por Kevin Ashton, que é um dos fundadores do Auto ID Center no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) que fazia parte de uma equipe que descobriu como vincular objetos à internet através do estudo Identificação por Radiofrequência (RFID) e Wireless Sensor Networks.

A Internet das Coisas promete facilitar o cotidiano sendo possível fazer uma simples tarefa como apagar as luzes, ligar um forno, ativar o sistema de segurança de uma casa e até mesmo controlar os dispositivos de um automóvel como acionar alarme, ligar ar-condicionado e muitas outras coisas. Tudo isso através de um dispositivo conectado à internet.

A Internet das Coisas, representa uma extensão da Internet atual. Esta extensão é feita ao proporcionar que objetos do dia-a-dia se conectem à Internet. A conexão com a rede mundial de computadores viabilizará, primeiro, controlar remotamente os objetos e, segundo, permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços.

profissionais, isso porque ela permite um nível de informação em tempo real que nunca tivemos antes (DRUM, 2016).

O crescimento tecnológico atual indica que a Internet das Coisas é a mais promissora revolução tecnológica desde a chegada da própria internet, com grandes impactos no ambiente social e tecnológico, prevendo profundas transformações nas interações humanas nos mais variados campos, indo desde a área de lazer, produção e comércio até a saúde (HYPERSCIENCE, 2014).

O conceito que fundamenta a Internet das Coisas é muito abrangente, basta imaginar que os objetos do nosso cotidiano possam trocar informações entre si e/ou com uma base de dados central. Algo que pode ser feito localmente ou remotamente usando a rede global de computadores.

Na maioria dos supermercados e lojas de departamentos possuem produtos com uma etiqueta antirroubo. Caso alguém resolva levar tal produto sem pagar é acionado um alarme no momento da saída da loja. Em linguagem digital tais dispositivos são chamados de transponders e apresentam apenas 1 bit de informação que pode ser traduzido em apenas dois registros: 0 e 1. Isso é, se produto foi pago, a informação registrada na etiqueta é zero. Caso contrário a informação registrada permanece em 1 que indica o acionamento do sinal de alarme quando tal produto passar por sensores de controle estrategicamente posicionados nas saídas da loja ou departamento.

2.3. CRESCIMENTO DA INTERNET DAS COISAS

Como estamos caminhando em direção a Internet das Coisas (IoT), o número de sensores implementados ao redor do mundo está crescendo a um ritmo muito rápido. A pesquisa de mercado tem mostrado um crescimento significativo de implementações de sensores ao longo da última década e tem previsto um aumento significativo da taxa de crescimento no futuro.

Segundo a Evans (2011), o crescimento explosivo dos dispositivos móveis smartphones e tablets levou o número de dispositivos conectados à Internet até 12,5

bilhões em 2010, à medida que a população humana chegou a 6,8 bilhões, tornando o número de dispositivos conectados por pessoa superior a 1 pela primeira vez na história. Como se pode ver na Figura 2.

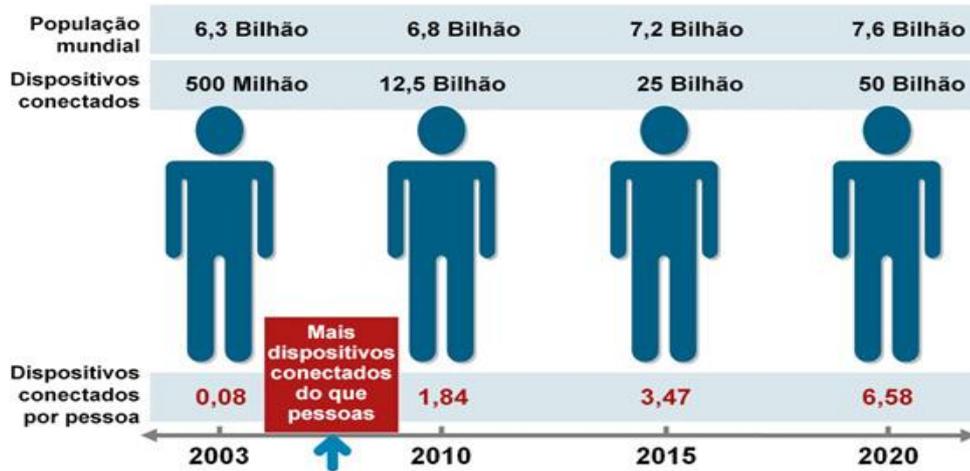


Figura 2 – Crescimento da Internet da Internet das Coisa (In: Evans 2011, p.3)

De acordo com Evans, a Cisco calcula que em 2020 haverá por volta de 50 bilhões de dispositivos conectados para uma população mundial de 7,6 bilhões, ou seja, o equivalente a quase sete dispositivos por pessoa.

A Figura 3 é ilustrado um gráfico que apresenta estatísticas do impacto econômico da IoT em 2025.

The Internet of Things offers a potential economic impact of \$4 trillion to \$11 trillion a year in 2025.



¹Adjusted to 2015 dollars; for sized applications only; includes consumer surplus. Numbers do not sum to total, because of rounding.

McKinsey&Company | Source: McKinsey Global Institute analysis

Figura 3 – Impacto econômico da IoT em 2025 (In: Manyka, et al., 2015)

2.4. PLATAFORMAS E TECNOLOGIAS RELACIONADAS A IOT

Com o rápido avanço no conceito de Internet das Coisas, surgiram diversas plataformas e tecnologias com o intuito de facilitar o desenvolvimento de aplicações em IoT.

Para cada tipo de área de desenvolvimento, existem uma plataforma específica, ou seja, para desenvolver uma aplicação para um automóvel é uma plataforma e se for desenvolver para eletrodomésticos é outra plataforma diferente.

A Nike desenvolveu uma pulseira chamada “*Nike FuelBand SE*”, monitoras as atividades físicas, distâncias percorridas, entre outros, facilitando o usuário ter total controle de suas atividades físicas.

Recentemente a Google lançou uma plataforma chamada “*Android Things*” voltada para o desenvolvimento de internet das coisas. No Android Things, permite que o desenvolvedor leve o sistema Android para a placas próprias. Segundo a Google, a vantagem da plataforma é sua capacidade de atualização, que acontece de imediato conforme o sistema evolui (GALDINO, 2016).

Uma das principais plataformas para implementação de Internet das Coisas são o NodeJS, que é uma plataforma que constrói com a ferramenta Java Script, e o Node-RED, tem a capacidade de desenvolver ferramentas para dispositivos físicos, através de APIs e outros recursos.

2.4.1. ARDUINO

O Arduino é uma placa eletrônica, Open Soure, ou seja, de código aberto usada para a criação de projetos interativos de hardware e software. Chamado de plataforma e ferramenta, permite a conexão, de forma simplificada, entre o universo da computação e dispositivos físicos, já que é capaz de ler inputs como a luz de um sensor e transformá-los em outputs como a ativação um motor. O Arduino roda em todos os sistemas operacionais e é uma das principais plataformas utilizada no mundo todo.

A ferramenta é composta por um controlador, algumas linhas de entrada e saída digitais e analógicas, além de uma interface serial ou USB e utiliza linguagem de programação padrão.

Possuem vários tipos de Arduinos, sendo cada um para um tipo específico de projeto, contendo em cada uma sua capacidade de processamento. Alguns modelos existentes são:

- Arduino UNO – O mais popular, pois possui um bom número de portas disponíveis, e grande compatibilidade com os shields disponíveis no mercado, além do seu baixo custo.
- Arduino MEGA – é a placa para projetos mais elaborados que precisam de um maior número de entradas e saídas, além de sua alta capacidade de processamento.
- Arduino NANO – ligado apenas por USB para projetos compactos.

2.4.2. RASPBERRY PI

O Raspberry PI é um microcomputador com uma alta capacidade de processamento que possui processador, processador gráfico, slot para cartões de memória, interface USB, HDMI e seus respectivos controladores. Além disso, ele também apresenta memória RAM, entrada de energia e barramentos de expansão.

O microcomputador é compatível com sistemas operativos baseados em GNU/Linux. Qualquer linguagem que possa ser compilada na arquitetura ARMv6 pode ser usada para o desenvolvimento de software para o Raspberry PI.

O Raspberry PI pode ser usado em uma infinidade de projetos, como por exemplo em um robô, um satélite de baixo custo, um servidor web, um player de músicas e de vídeos, um media center, em automação residencial, como um microcomputador, como um microcontrolador, como um game arcade, como um computador embarcado em um carro e mais uma infinidade de coisas.

2.4.3. SENSORES

A tecnologia da Internet das Coisas vai desde simples etiquetas de identificação a sensores e atuadores mais complexos. As etiquetas RFID podem ser integradas a praticamente qualquer objeto. Dispositivos multi-sensores e atuadores que trocam dados sobre localização, desempenho, ambiente e condições de um determinado objeto estão se tornando cada vez mais comuns (PRADO, 2014).

De acordo com Prado (2014), “os sensores são “elementos chaves” na IoT pois eles são responsáveis pelas medidas do estado/condição de uma determinada variável de um objeto tais como temperatura, pressão, vazão ou outra variável qualquer”.

Um dos principais sensores para IoT é o sensor com conexão wi-fi, pois possibilita enviar informações de uso, disponibilidade de recursos ou qualquer outro dado importante de ser gerenciado a outro sistema. Além desse, existem diversos tipos de sensores, como o sensor de movimento, que permite acionar algo quando o sensor detecta um movimento, o sensor de luz que é acionada quando o sensor identifica a presença ou a falta de luz, e diversos outros tipos de sensores.

3. PLATAFORMA NODEJS

3.1. INTRODUÇÃO

Node.js é uma plataforma construída sobre o motor V8 Java Script Engine para facilmente construir aplicações de rede rápidas e escaláveis. Node.js usa um modelo de I/O direcionada a evento não bloqueante que o torna leve e eficiente, ideal para aplicações em tempo real com troca intensa de dados através de dispositivos distribuídos.

3.2. INSTALAÇÃO

A instalação do Node.js, é necessário acessar a página oficial do Node.js: (<http://nodejs.org>) em seguida clicar na aba download, após isso deve se fazer o download de acordo com o sistema operacional que está utilizando e seguir as instruções.

A Figura 4 ilustra a página de download do NodeJS no site oficial.

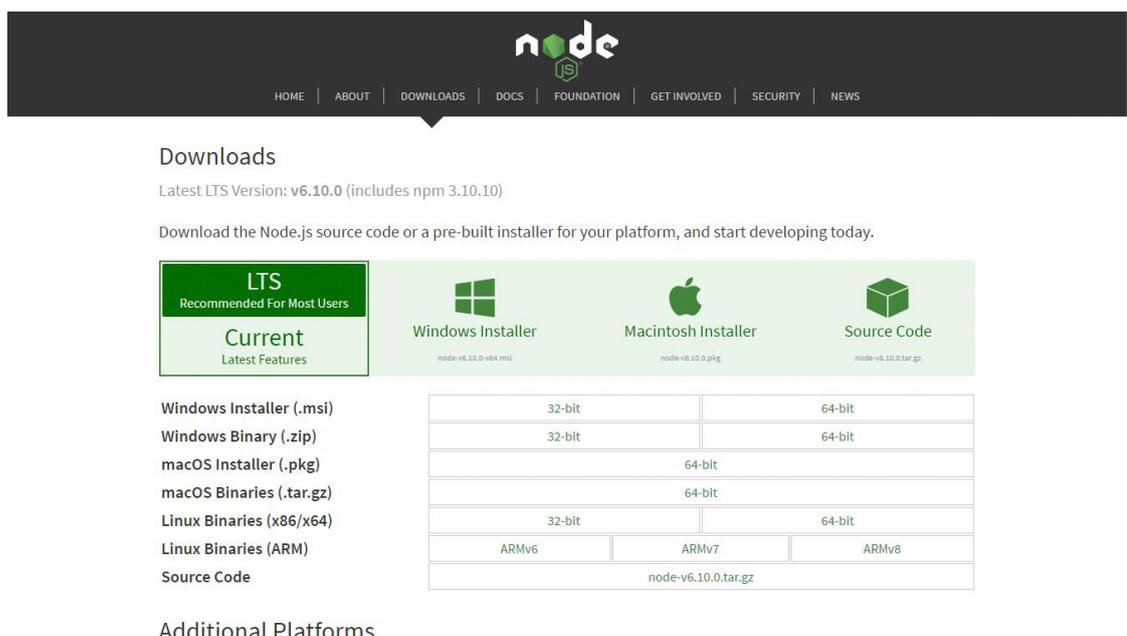


Figura 4 – Página de download NodeJS (In: site oficial, fev. 2017)

Após a instalação, basta executar o seguinte comando no seu terminal para verificar se foi instalado corretamente:

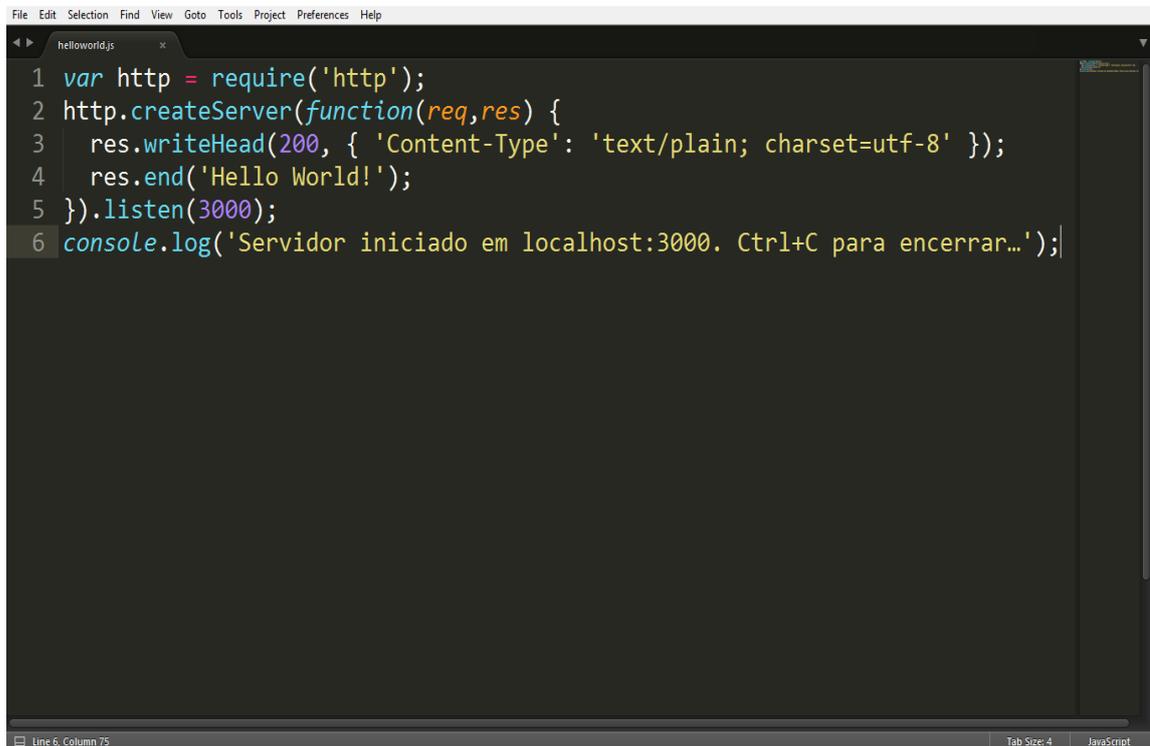
```
node -v  
> v6.10.0
```

Deve-se retornar a versão do node que foi instalada, como por exemplo v6.10.0

3.2.1. APLICAÇÃO TESTE

Para se construir um “Hello World” em NodeJS, é necessário criar um arquivo Java Script que pode ser chamado de helloworld.js.

A Figura 5 representa a codificação do “Hello World” em NodeJS.



```
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help  
helloworld.js  
1 var http = require('http');  
2 http.createServer(function(req,res) {  
3   res.writeHead(200, { 'Content-Type': 'text/plain; charset=utf-8' });  
4   res.end('Hello World!');  
5 }).listen(3000);  
6 console.log('Servidor iniciado em localhost:3000. Ctrl+C para encerrar...');  
Line 6, Column 75  
Tab Size: 4  
JavaScript
```

Figura 5 – Codificação “Hello World” NodeJS (Fonte: Elaborada pelo autor).

Para executar o seu programa Node basta o seguinte comando no seu terminal:

```
node helloworld.js
```

Após isso, acesse seu navegador no endereço “localhost:3000”.

Na Figura 6 ilustra o “Hello World” no navegador.

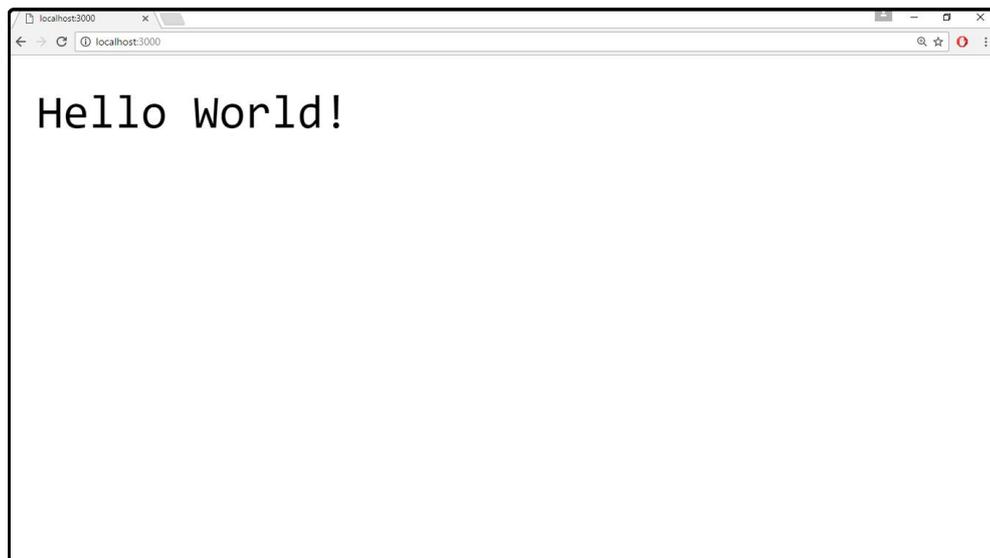


Figura 6 – “Hello World” em NodeJS (Fonte: Elaborada pelo autor).

Após realizar todo o processo deverá aparecer a mensagem “Hello World!” na tela, e a aplicação teste está finalizado.

3.3. VANTAGENS DO NODEJS

O NodeJS oferece uma forma mais simples de programar em redes escaláveis, isso tornou-se vantajoso em relação aos demais interpretadores devido a sua rapidez e abrangência.

A Plataforma NodeJS é extremamente bem projetada para situações em que um grande volume de tráfego é esperado e a lógica e o processamento necessários do lado do servidor não são necessariamente volumosos antes de responder ao cliente (COLIN, 2013).

NodeJS trabalha com o conceito de Threads Não-Bloqueantes, ou seja, não há um gerenciador de threads. Isso traz como vantagem uma alta escalabilidade para servidores, pois não há um agente bloqueando e enfileirando threads quando é utilizado um determinado recurso do sistema (PEREIRA, 2013).

O NodeJS vem acompanhado com diversos módulos que possibilitam trabalhar com recursos I/O no servidor, isso significa que existem bibliotecas para trabalhar com diversos protocolos, por exemplo: HTTP, HTTPS, DNS, WebSockets (que permite conexão real-time) e outros, além de bibliotecas para manipular arquivos, processamento assíncronos, criptografias, manipulação de objetos JSON e muito mais.

De acordo com Pereira (2013), é possível desenvolver uma aplicação totalmente assíncrona no server-side com Node.js, isso ocorre pelo fato de que Java Script possui funções de callbacks: que são funções que se executam internamente no parâmetro de uma função comum. Esses callbacks são executados de forma assíncrona e esse conceito permite realizar processamentos paralelos o que é uma grande vantagem em desempenho e diversas APIs do Node.js já são preparadas para trabalhar de maneira assíncrona.

3.4. PACOTE JOHNNY-FIVE

Johnny-Five que é um framework de código aberto que nos permite controlar o hardware utilizando Java Script, desenvolvido pela Bocoup. As aplicações em Johnny-Five podem ser desenvolvidas para Arduino, Eletric IMP, Intel Galileo & Edson, PcDuino3, Raspberry PI entre outros. O framework Johnny-Five se concentra em fornecer APIs robustas, testadas e altamente comportáveis que se comportam consistentemente em todas as plataformas de hardware suportadas (SGIER, 2015).

O famoso “Hello World” em micro controladores nada mais é que um simples LED piscando. O Código abaixo mostra como é a codificação do “Hello World” no framework Johnny-Five.

```
var five =require("johnny-five");
var board = new five.board();
board.on("ready", function() {
    var led = new five.Led(13);
    led.blink(500);
});
```

A plataforma Johnny-Five possibilita uma leitura chamada Read-Eval-Print-Loop (REPL), segundo Turini, “essa ferramenta nada mais é do que um ambiente simples e interativo onde você pode facilmente executar códigos, oferecendo uma forma bastante efetiva de experimentar novos recursos e APIs”. O REPL pode ser extremamente útil para experimentar o NodeJS, debugar código, e descobrir alguns dos comportamentos mais excêntricos do JavaScript.

4. PLATAFORMA NODE-RED

4.1. INTRODUÇÃO

Node-RED é um ambiente de código aberto para construir e implementar aplicativos voltado a Internet das Coisas. Segundo Ribeiro (2016) “os Nodos são uma forma mais fácil e dinâmica de programar para IoT, contendo uma interface mais simples e intuitiva, pode criar inúmeros projetos com customizações”.

O Node-RED apresenta uma interface simples, pode se desenvolver diversos projetos através de customização dos NODES. Sendo possível controlar objetos em tempo real, desde tarefas domésticas como apagar a luz com uma postagem no Twitter ou então acionar o alarme do carro através de um dispositivo móvel. Além disso, pode se programar para realizar tal comando a partir de um horário de um definido dia.

A Figura 7 representa um modelo de aplicação realizado em Node-RED.

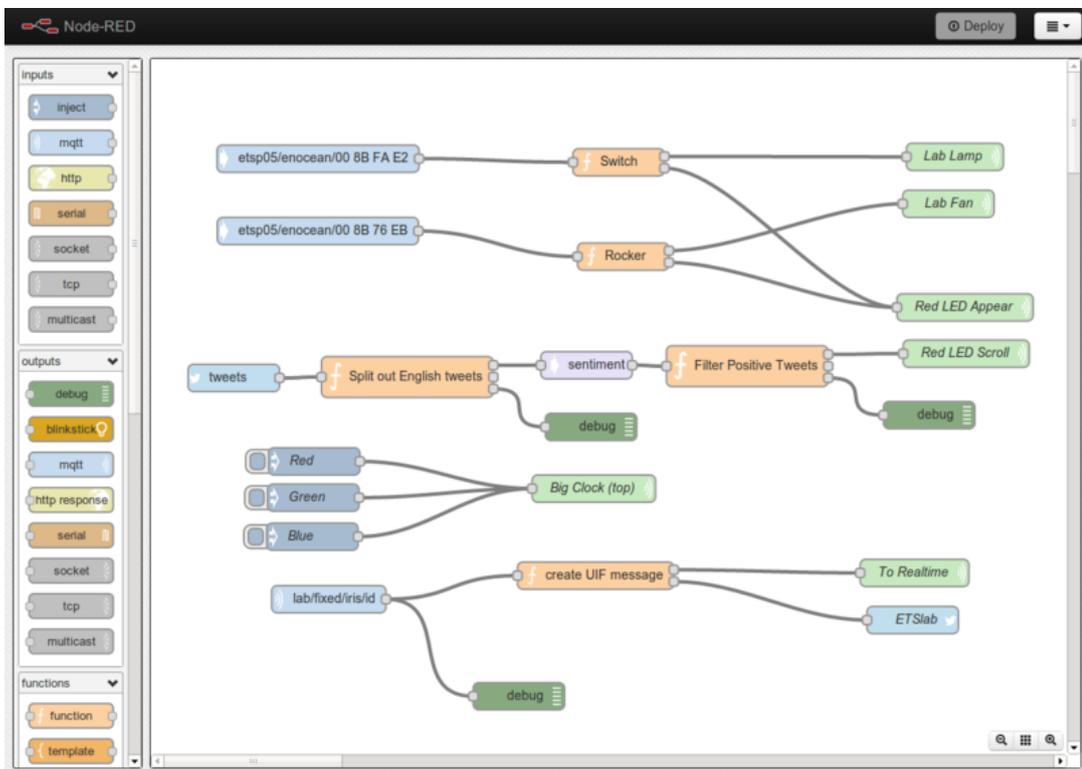


Figura 7 – Aplicação em Node-RED (In: site oficial, fev. 2017)

4.2. INSTALAÇÃO DO NODE-RED

Para realizar a instalação do Node-RED é necessário ter o NodeJS instalado na máquina, conforme foi apresentado no capítulo anterior, ou então, acesse o site oficial do Node-RED (<http://nodered.org/>), acesse a opção “documentation” e selecione a opção “installation”, após isso deve ser realizado o download do NodeJS para o sistema operacional que está sendo utilizado.

A Figura 8 apresenta a página de download do Node.

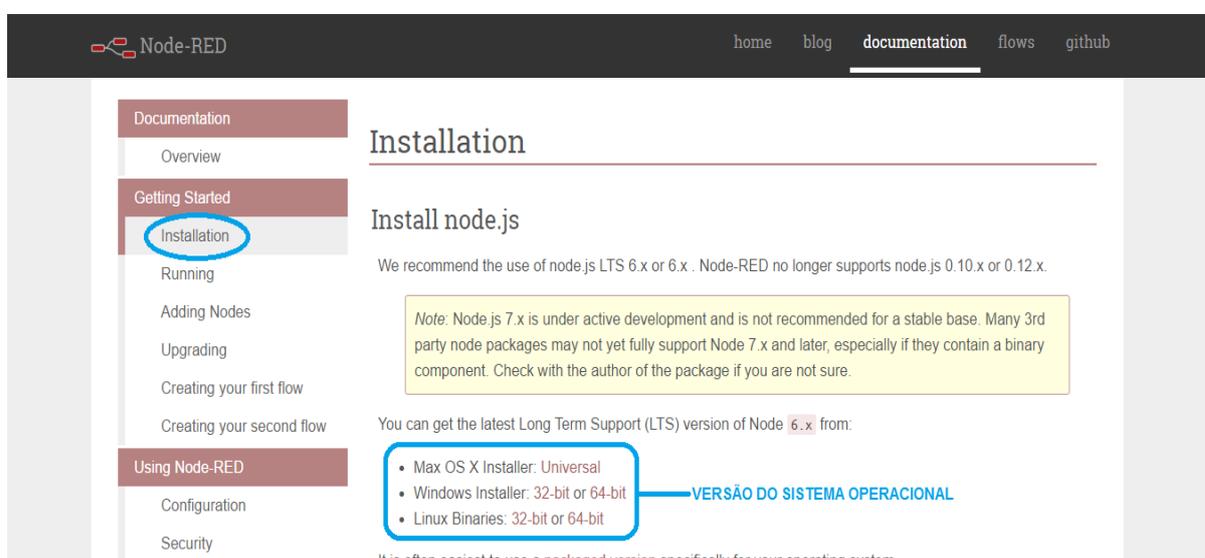


Figura 8 – Instalação do Node (In: site oficial, fev. 2017)

Feito a instalação do NodeJS o próximo passo é instalar o Node-RED. Execute o Prompt de Comando do Windows (CMD) e acesse o diretório que o NodeJS está instalado. No diretório executar o seguinte comando:

```
>npm -g install node-red
```

Esse comando é responsável por fazer a instalação do Node-RED na máquina do usuário.

Após isso deverá ser realizada a instalação da plataforma do Arduino que será utilizada nesse projeto com o seguinte comando

```
>npm i -g node-red-node-arduino
```

O próximo comando permite que seja feita a instalação do Arduino Firmata que é responsável por reconhecer a placa na hora da execução.

```
>npm install -g arduino-firmata
```

Finalizado a instalação do Node-RED e o reconhecimento do arduino digite no CMD o comando:

```
>node-red
```

A plataforma será carregada e fornecerá um endereço que deve ser acessado através do navegador

A Figura 9 representa a plataforma Node-RED em execução e o endereço que deverá ser acessado.

```
C:\Program Files\nodejs>node-red
23 Feb 15:33:48 - [info]

Welcome to Node-RED
=====

23 Feb 15:33:48 - [info] Node-RED version: v0.16.2
23 Feb 15:33:48 - [info] Node.js version: v6.10.0
23 Feb 15:33:48 - [info] Windows_NT 10.0.14393 x64 LE
23 Feb 15:33:49 - [info] Loading palette nodes
23 Feb 15:33:50 - [warn] -----
23 Feb 15:33:50 - [warn] [rpi-gpio] Info : Ignoring Raspberry Pi specific node
23 Feb 15:33:50 - [warn] [tail] Not currently supported on Windows.
23 Feb 15:33:50 - [warn] -----
23 Feb 15:33:50 - [info] Settings file : \Users\danie\.node-red\settings.js
23 Feb 15:33:50 - [info] User directory : \Users\danie\.node-red
23 Feb 15:33:50 - [info] Flows file : \Users\danie\.node-red\flows_DESKTOP-PSTDDT1.json
23 Feb 15:33:50 - [info] Creating new flow file
23 Feb 15:33:50 - [info] Starting flows
23 Feb 15:33:50 - [info] Started flows
23 Feb 15:33:50 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
```

Figura 9 – Plataforma Node-RED em execução (Fonte: Elaborada pelo autor).

4.2.1. APLICAÇÃO TESTE

A primeira coisa a se fazer é adicionar um nó “inject” que permite injetar mensagens em um fluxo, clicando no botão no nó ou definindo um intervalo de tempo entre os “inject”. O nó *Inject* está localizado no menu do canto esquerdo. Após isso, deve-se clicar duas vezes em cima do nó que irá abrir a tela de edição do nó “inject”. Em seguida no campo “Payload” seleciona “string” e deve-se digitar Hello World no campo de texto.

A Figura 10 representa a tela do Node-RED após a inserção do primeiro “Inject”.

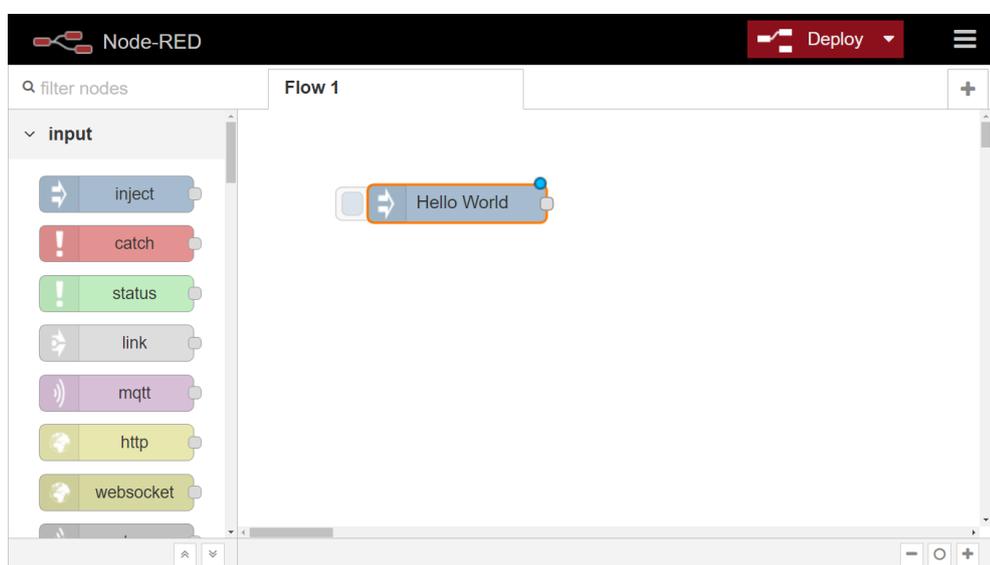


Figura 10 – Primeira etapa do Hello World em Node-RED (Fonte: Elaborada pelo autor).

A próxima etapa é adicionar um nó “Debug”, que também está localizada no menu do canto esquerdo. Em seguida é necessário conectar o nó “Inject” com o nó “Debug”. Coloque o cursor do mouse sobre a porta de saída do nó “Inject” (um quadrado cinza pequeno no lado direito do nó), clique com o botão esquerdo e arraste um fio para a porta de entrada do nó “Debug”.

A Figura 11 ilustra a tela do Node-RED após a inserção do segundo “Inject”.

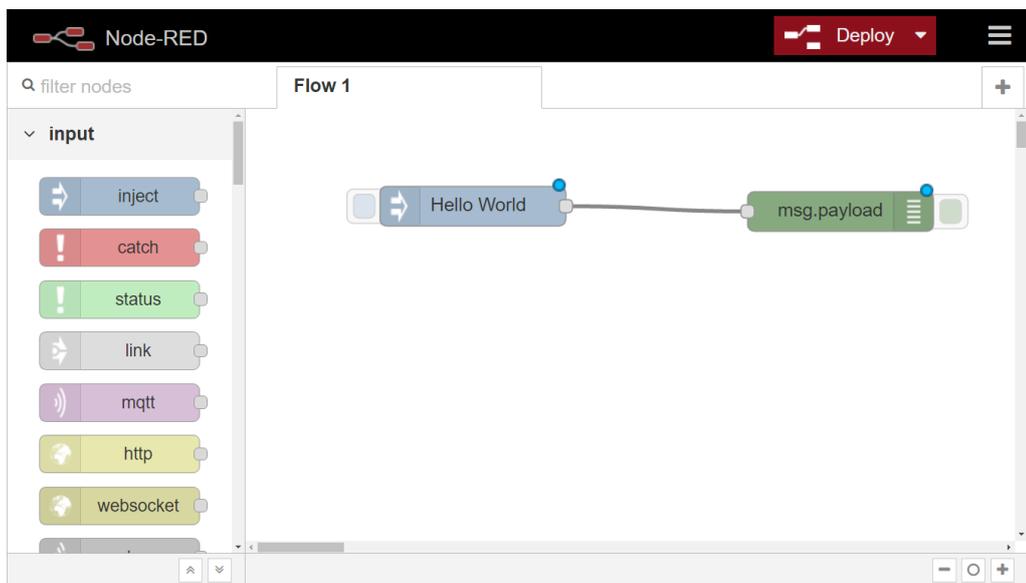


Figura 11 – Segunda etapa do Hello World em Node-RED (Fonte: Elaborada pelo autor).

Na última etapa deve-se clicar no botão “Deploy”. Em seguida clicar no botão do nó “Inject”, que é o quadrado azul que sai do lado esquerdo do nó (clicar no botão é o que irá injetar uma mensagem no fluxo). Após isso, uma mensagem "Hello World" Deve aparecer na janela de debug.

A Figura 12 apresenta o “Hello World” em Node-RED.

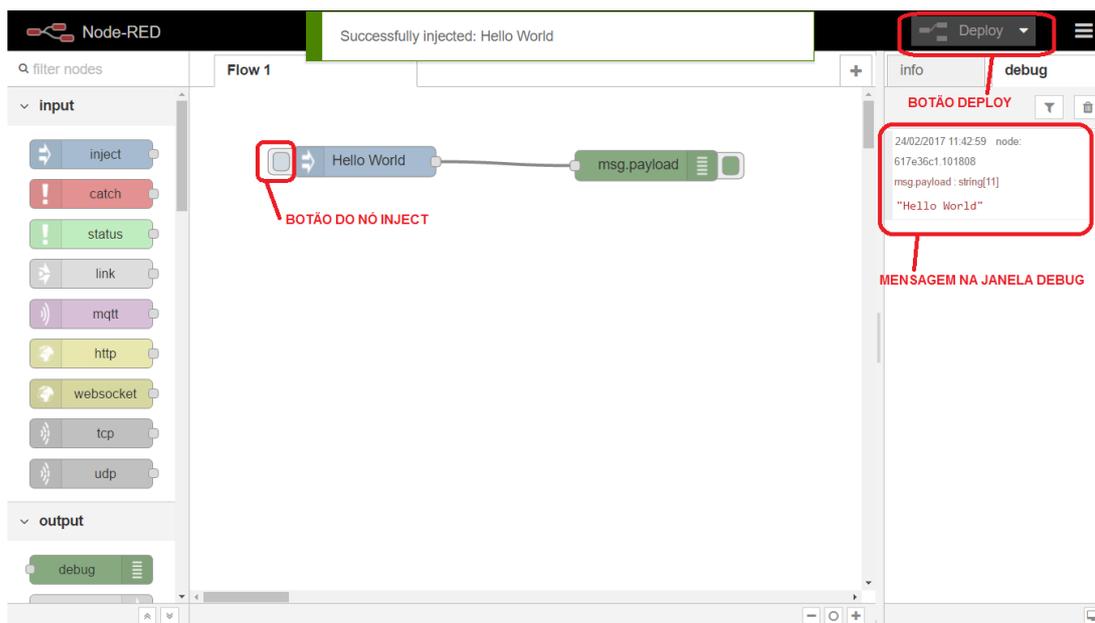


Figura 12 – Última etapa do Hello World em Node-RED (Fonte: Elaborada pelo autor).

4.3. VANTAGENS DO NODE-RED

Uma das maiores vantagens do Node-RED é a facilidade em codificar os Nodes, transformando todo o projeto mais simples e rápido de ser finalizado.

Rodger descreve o Node-RED como uma ferramenta para o desenvolvimento de aplicações Internet de Coisas (IoT) com um foco na simplificação da 'ligação em conjunto' de blocos de código para realizar tarefas. Ele usa uma abordagem de programação visual que possibilita aos desenvolvedores conectar blocos de código predefinidos, conhecidos como 'Node', juntos para executar uma tarefa. Os Nodes, geralmente uma combinação de Nodes de entrada, Nodes de processamento e Nodes de saída, quando conectados, compõem um fluxo.

Bryan C. Boyd, engenheiro de software da IBM desenvolveu um aplicativo Internet of Things para carro conectado com o Geospatial Analytics utilizando a plataforma Node-RED. O Aplicativo permite o Node-RED publicar um tweet toda vez que o veículo atravessar um determinado lugar.

Node-RED é uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento de aplicativos IoT. Quando combinado com a flexibilidade para criar e usar nós, como o nó de função, que permite que o desenvolvedor escreva rapidamente Java Script.

A comunidade de desenvolvedores de Node-RED vem crescendo rapidamente. Além disso, a comunidade Node-RED está constantemente criando e compartilhando novos NODES.

Portanto, à medida que o Node-RED evolui, ele se tornará tanto mais sofisticado quanto mais utilizável em uma gama mais ampla de circunstâncias.

5. PROPOSTA DE TRABALHO

Este trabalho tem como proposta explorar os conceitos e disponibilizar tudo sobre a forma de se desenvolver uma aplicação de Internet das Coisas. Além de explorar os conceitos das plataformas NodeJS e Node-RED. Será proposto alguns exemplos de aplicação de *Internet of Things*, utilizando a placa Arduino e a plataforma NodeJS e Node-RED.

5.1. APLICAÇÃO TWITTER

O primeiro exemplo de Internet das Coisas, irá ser desenvolvido uma aplicação onde será possível acender e apagar um LED utilizando-se o Twitter para realizar tal comando através de postagem feita na rede social.

A Figura 13 apresenta a estrutura da Aplicação Twitter.

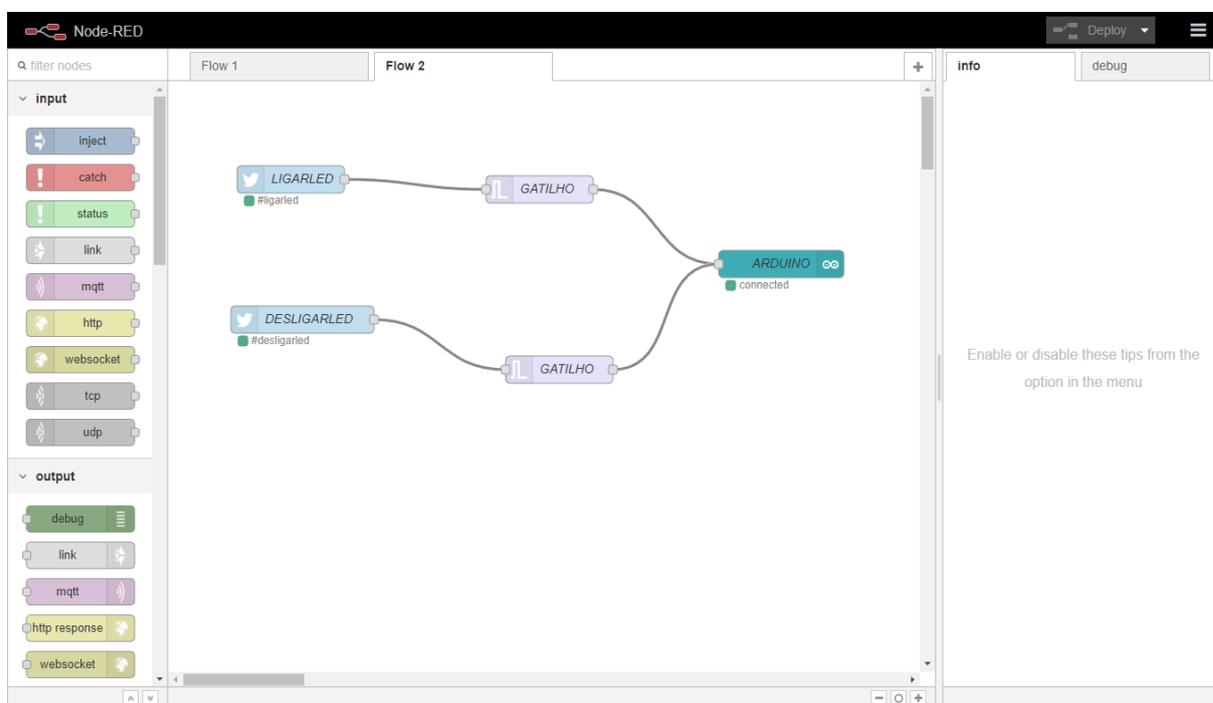


Figura 13 – Estruturada aplicação Twitter (Fonte: Elaborada pelo autor).

5.2. CONTROLADOR DE LED RGB

Outro exemplo de Internet das Coisas, irá ser implementado uma aplicação onde é possível controlar um LED RGB que estará conectado a uma placa Arduino. A aplicação será desenvolvida na plataforma NodeJS, mais especificamente no framework Johnny-Five.

A Figura 14 apresenta a página do controlador de led RGB.



Figura 14 – Página do controlador de led RGB (Fonte: Elaborada pelo autor).

5.3. DISPOSITIVOS

O dispositivo responsável por gerenciar a aplicação será o Arduino UNO, irá ser utilizado as plataformas Node-RED e NodeJS para se desenvolver a aplicação. O Arduino UNO será configurado para que possa conectar-se a todos os outros dispositivos

Será utilizado uma Protoboard, uma placa responsável por interligar todos os cabos que sairão do Arduino UNO e ligarão aos LEDs.

Para a aplicação também é necessário de resistores para tornar-se possível controlar toda a corrente elétrica que circula entre todos os dispositivos.

5.4. NODE-RED E JOHNNY-FIVE

Node-RED é uma ferramenta de desenvolvimento que facilita a criação aplicações em NodeJS. É utilizado no desenvolvimento de IoT, pois existem diversos nós que podem interagir com um microprocessador (Arduino, Raspberry PI, etc).

Assim como o Node-RED, o Johnny-Five também é uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações em NodeJS que facilita a comunicação do JavaScript com o microprocessador.

Porém, comparando as duas tecnologias, cada uma tem suas funcionalidades. O Node-RED é uma plataforma onde não é necessário ter um grande conhecimento em programação, pois o Node-RED é uma ferramenta de desenvolvimento de ligar os pontos. Já o Johnny-Five, é necessário ter um certo conhecimento em programação, mas especificamente na linguagem JavaScript. Porém, a plataforma Johnny-Five possibilita o desenvolvimento de aplicações mais robusta, algo que no Node-RED irá se encontrar uma certa dificuldade.

A Figura 15 apresenta o diagrama comparativo entre o Node-RED e Johnny Five.

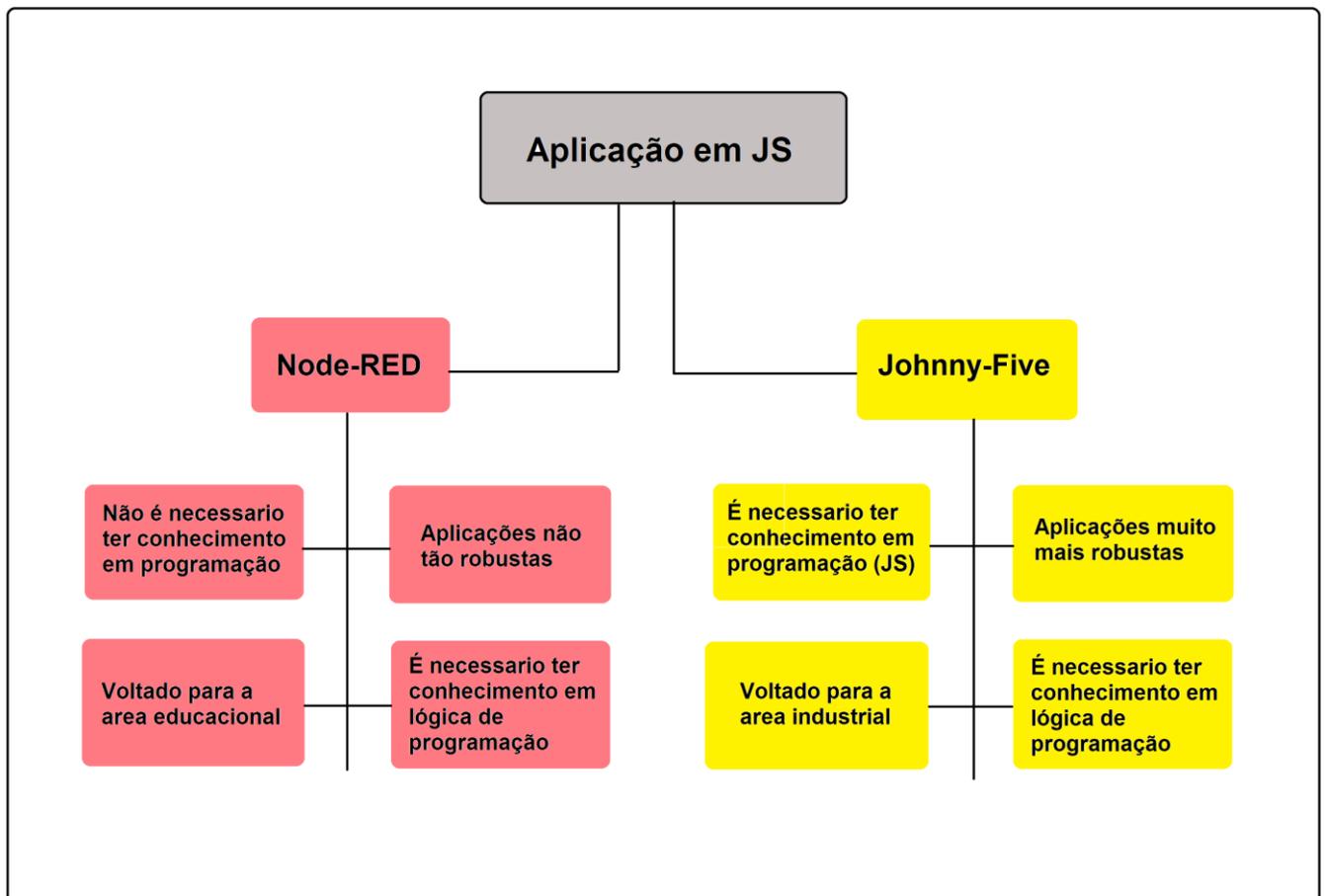


Figura 15 – Diagrama Comparativo entre Node-RED e Johnny-Five (Fonte: Elaborada pelo autor).

6. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A aplicação Twitter tem como objetivo verificar na rede social Twitter do usuário uma hashtag #ligarled é detectada, sendo assim a aplicação liga um LED conectado a um Arduino UNO, caso o LED esteja ligado e o usuário faz uma postagem com a hashtag #desligarled, a aplicação desliga o LED conectado ao Arduino UNO. Para este projeto, alguns dispositivos físicos foram necessários. Os dispositivos físicos necessários são: uma placa Arduino UNO, LEDs, Resistores, uma Protoboard e Jumpers. A aplicação consiste em três nós conectados em conjunto, um nó de entrada do Twitter, um nó de gatilho e um nó de saída do Arduino.

Cada um desses nós é incorporado na plataforma Node-RED e pode ser arrastado do menu de nodes (nó) para o espaço de trabalho principal. Os nós estão conectados juntando a aba de saída para a aba de entrada do próximo nó.

A Figura 16 representa a ligação entre os nós.

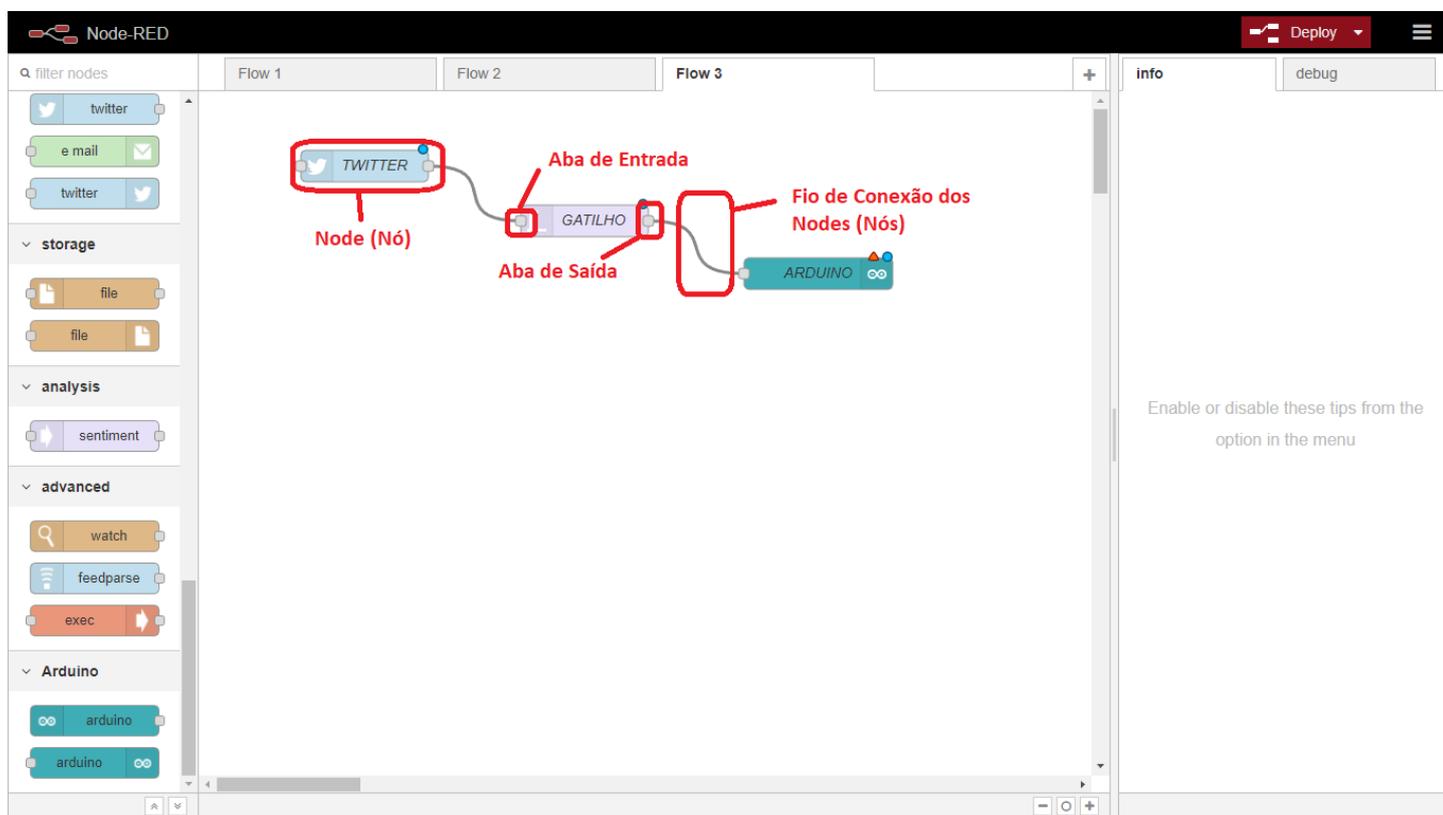


Figura 16 – Ligação entre os Nodes (nós) (Fonte: Elaborada pelo autor).

A Figura 17 apresenta a estrutura física da Aplicação Twitter.

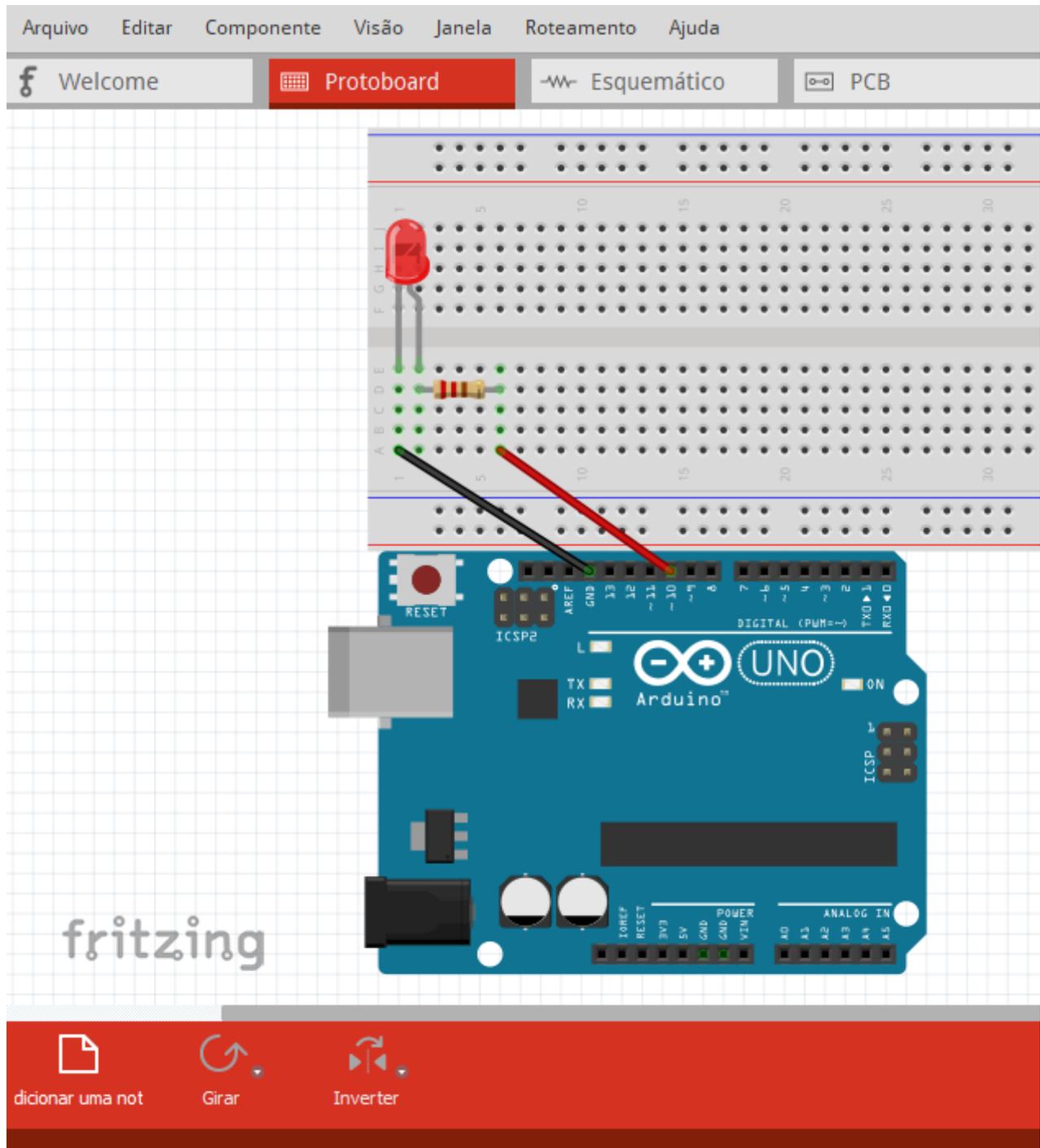


Figura 17 – Estrutura física da Aplicação Twitter. (Fonte: Elaborada pelo autor).

O controlador de led RGB possibilita controlar o led RGB para emitir suas cores básicas que são vermelho, verde e azul, podendo também emitir cores formadas a partir da combinação de outras cores. Para este projeto, alguns dispositivos físicos

foram necessários. Os dispositivos físicos utilizados são: uma placa Arduino UNO, LED RGB, Resistores, uma Protoboard e Jumpers. O controlador de led RGB compõe-se do JavaScript principal 'app.js' de uma página HTML 'index.html' e de um JavaScript 'cliente.js'.

A Figura 18 representa a estrutura física do controlador de led RGB.

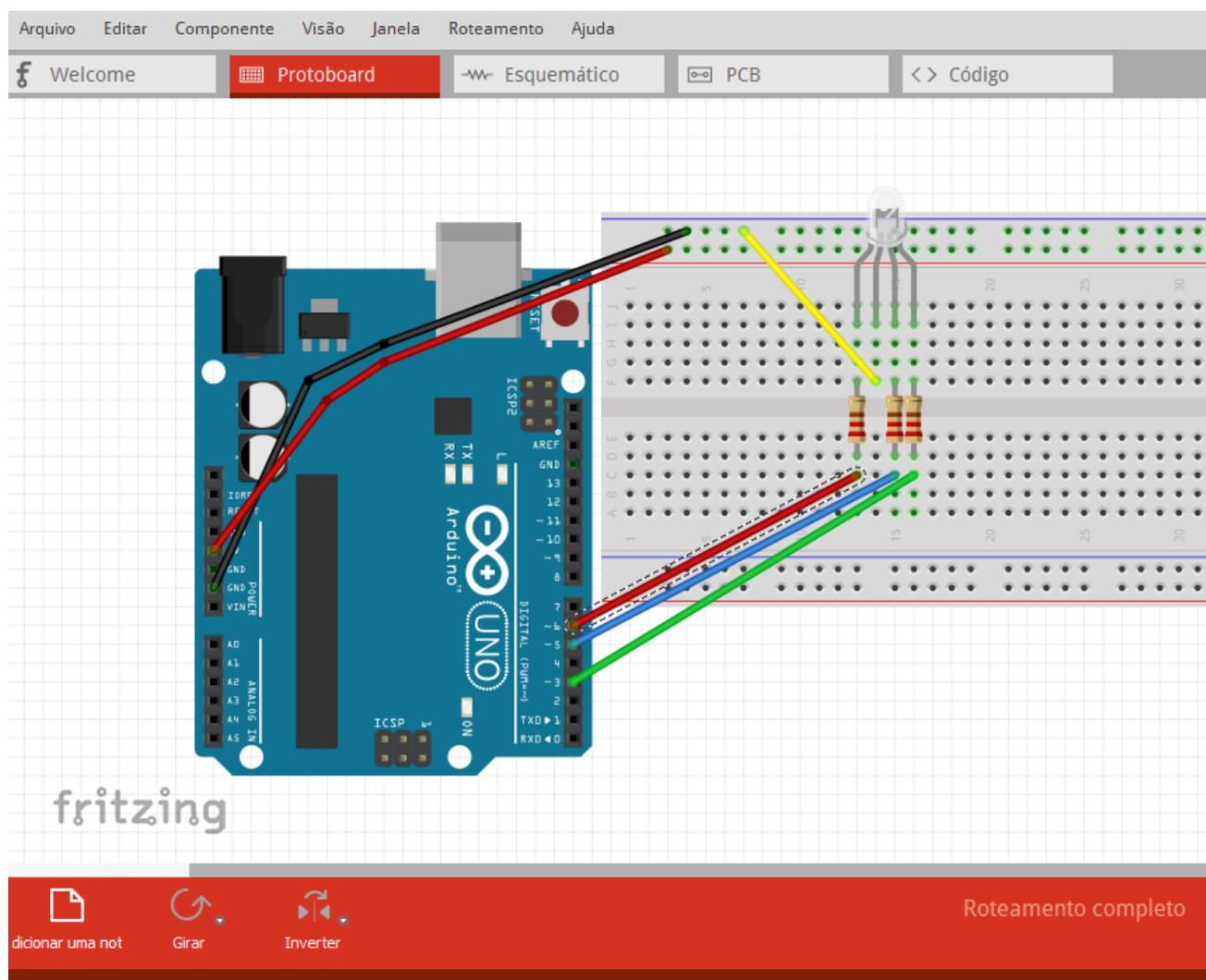


Figura 18 – Estrutura física do controlador de led RGB (Fonte: Elaborada pelo autor).

6.1. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

Para iniciar o desenvolvimento da aplicação foi necessário carregar no Sketch (ambiente de desenvolvimento do arduino) o código do StandartFirmata. O StandartFirmata é um modelo pronto, para carregar o código no Sketch acesse a aba Arquivo (*File* na versão em inglês), em seguida Exemplos (*Examples*), Firmata e por fim StandartFirmata. Após isso é preciso fazer o upload do código para a placa Arduino.

Na Figura 19 mostra-se a primeira etapa do desenvolvimento da aplicação Twitter.

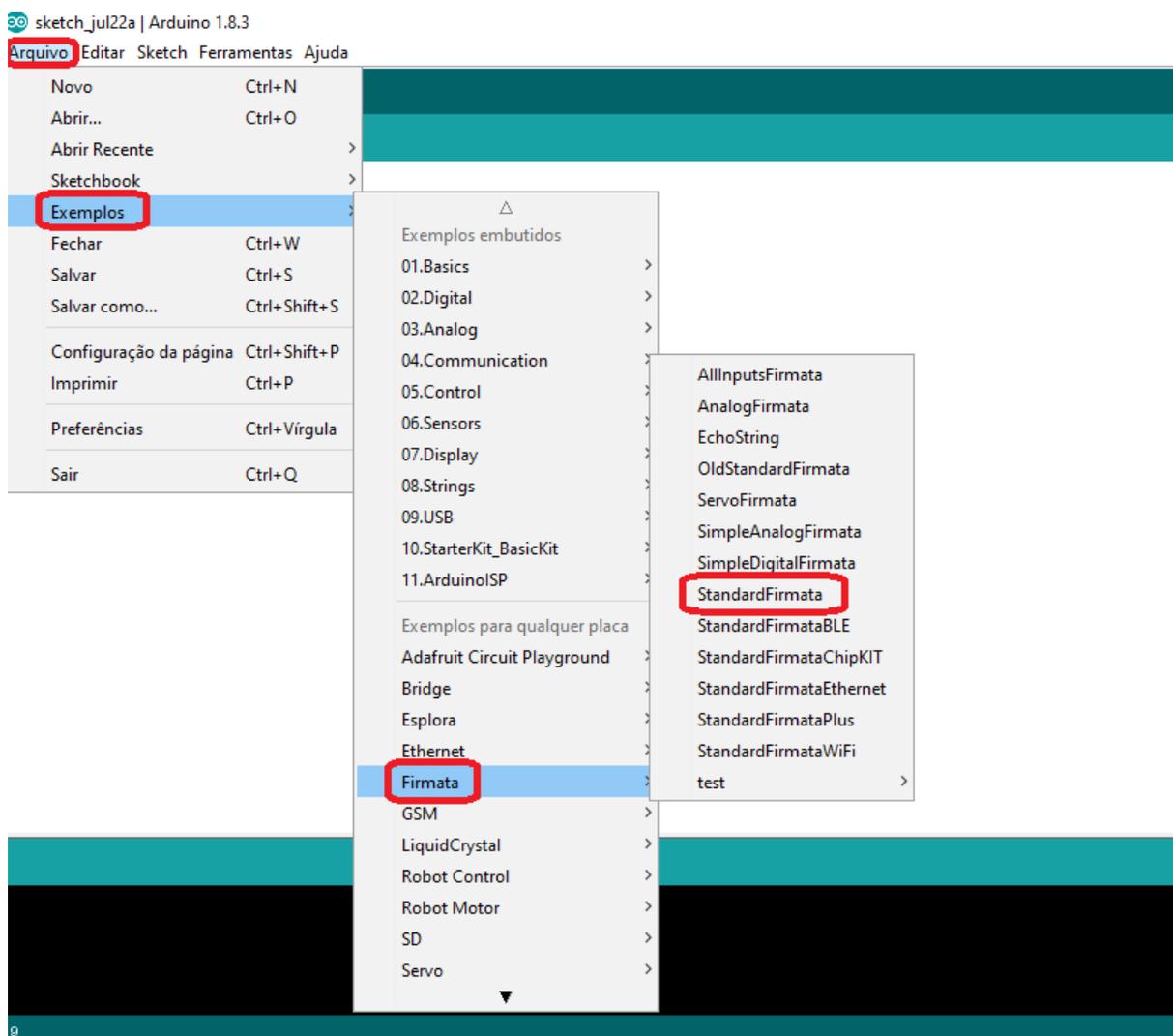


Figura 19 – Etapa 1 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter (Fonte: Elaborada pelo autor).

A próxima etapa do desenvolvimento da aplicação Twitter foi realizado na plataforma Node-RED. Dentro do espaço de trabalho da plataforma foi inserido um nó de entrada (INPUT) do tipo Twitter. O nó Twitter foi configurado com as credenciais de uma conta do usuário e uma string de pesquisa, que no caso é procurar hashtag #ligarled ou #desligarled.

A Figura 20 apresenta a segunda etapa do desenvolvimento da aplicação Twitter.

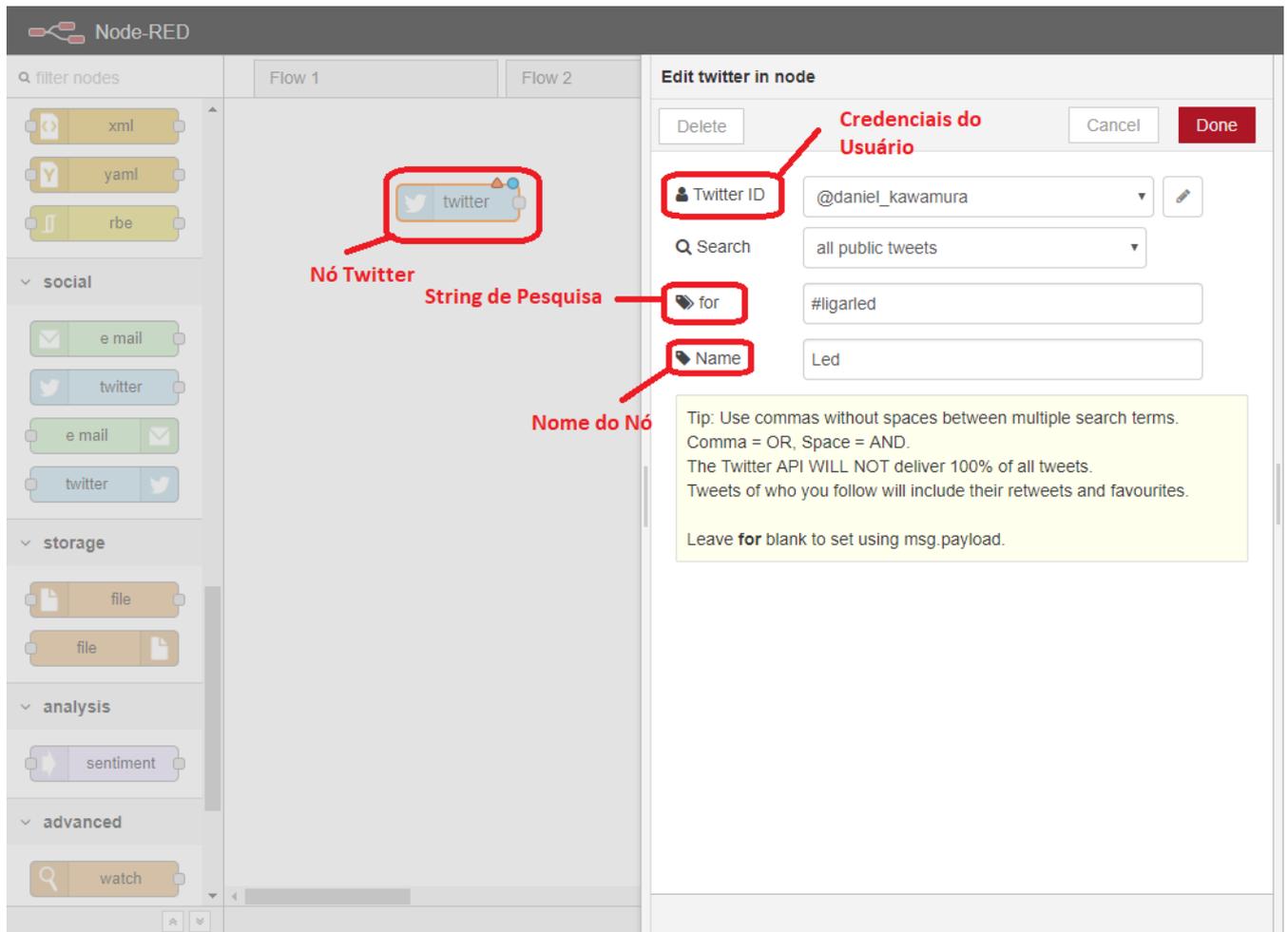


Figura 20 – Etapa 2 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter (Fonte: Elaborada pelo autor).

Quando o nó do Twitter vê a hashtag #ligarled ou #desligarled em um tweet do usuário, ele cria uma nova mensagem com os detalhes do tweet, que é encaminhado para o próximo nó no fluxo. Uma vez que a saída do nó do Twitter é conectada à entrada do nó do gatilho (Trigger), o nó do gatilho recebe uma mensagem com os detalhes do tweet.

O comportamento padrão do nó gatilho (Trigger) é aguardar qualquer mensagem em sua entrada. Quando o gatilho detecta a hashtag #ligarled, ele aciona e envia uma mensagem na saída com o booleano 'true' como o corpo da mensagem, fazendo com que o led seja ligado. E quando o gatilho detecta a hashtag #desligarled, ele envia uma mensagem na saída com o booleano 'false', fazendo com que o led seja desligado.

A Figura 21 apresenta a terceira etapa do desenvolvimento da aplicação Twitter.

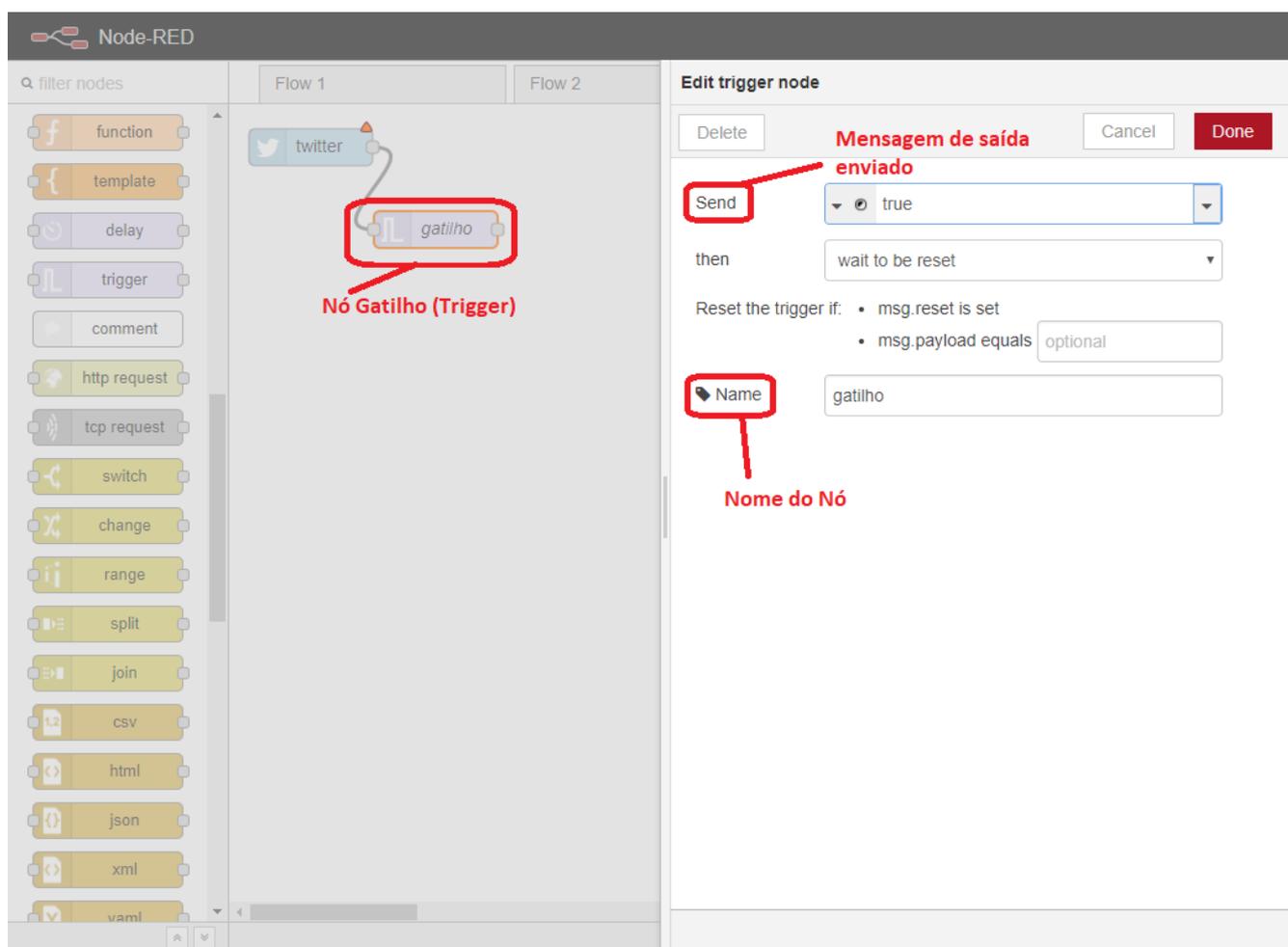


Figura 21 – Etapa 3 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter (Fonte: Elaborada pelo autor).

Uma vez que o nó do gatilho está conectado ao nó de saída Arduino, que é responsável por controlar os pinos (Pin) de Entrada / Saída do Arduino UNO, ele recebe a mensagem 'true' ou 'false' na sua entrada.

Quando o nó Arduino recebe uma mensagem com um booleano 'true' no corpo, o pino é ligado quando recebe uma mensagem com o corpo de 'false', o pino é desligado. No caso o Arduino está configurado para controlar o pino 10.

A Figura 22 apresenta a quarta etapa do desenvolvimento da aplicação Twitter.

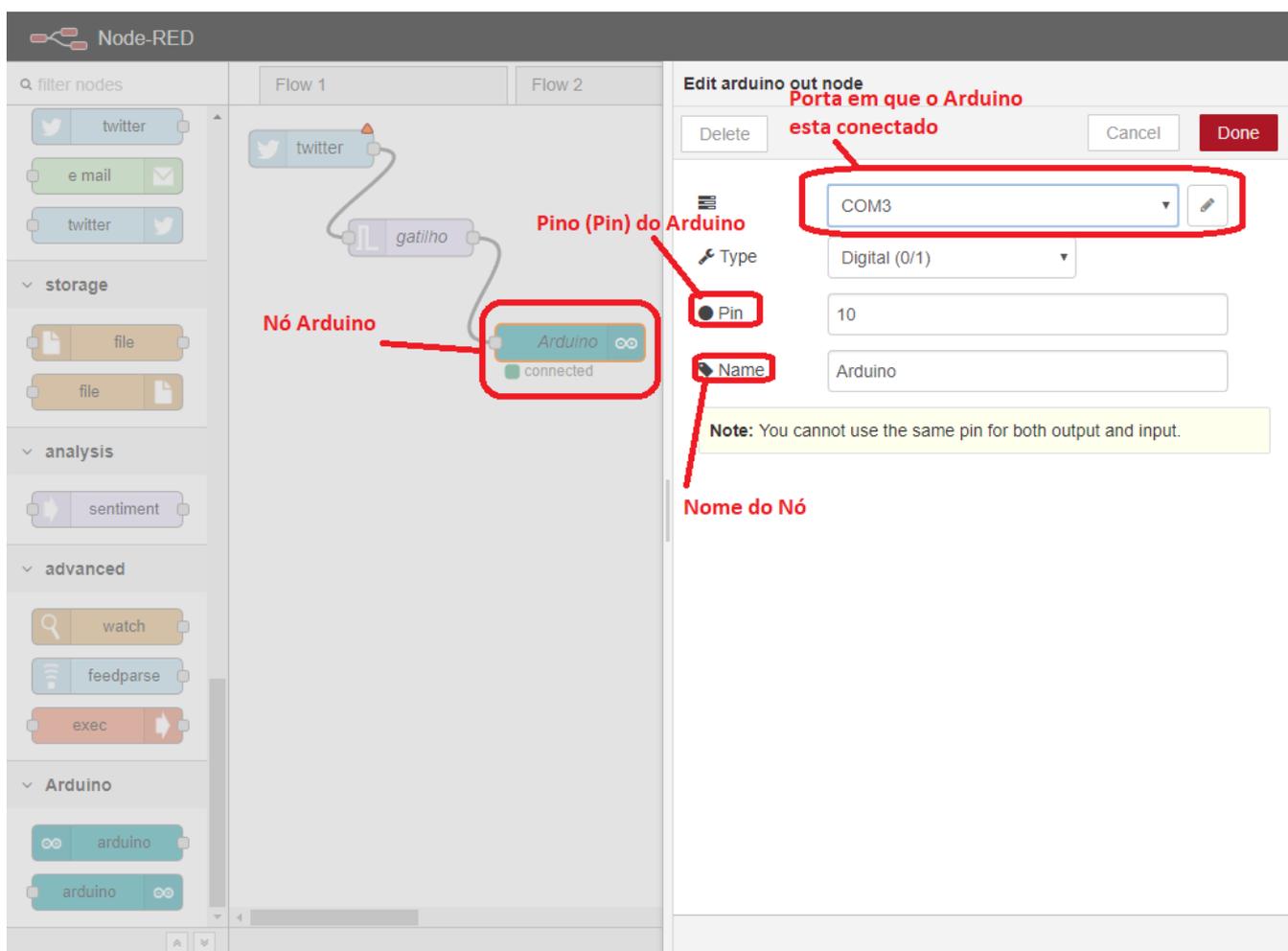


Figura 22 – Etapa 4 do Desenvolvimento da Aplicação Twitter (Fonte: Elaborada pelo autor).

Por fim é necessário fazer o Deploy da aplicação para que os Nodes possam ser compilados.

A Figura 23 representa o resultado final da aplicação Twitter.

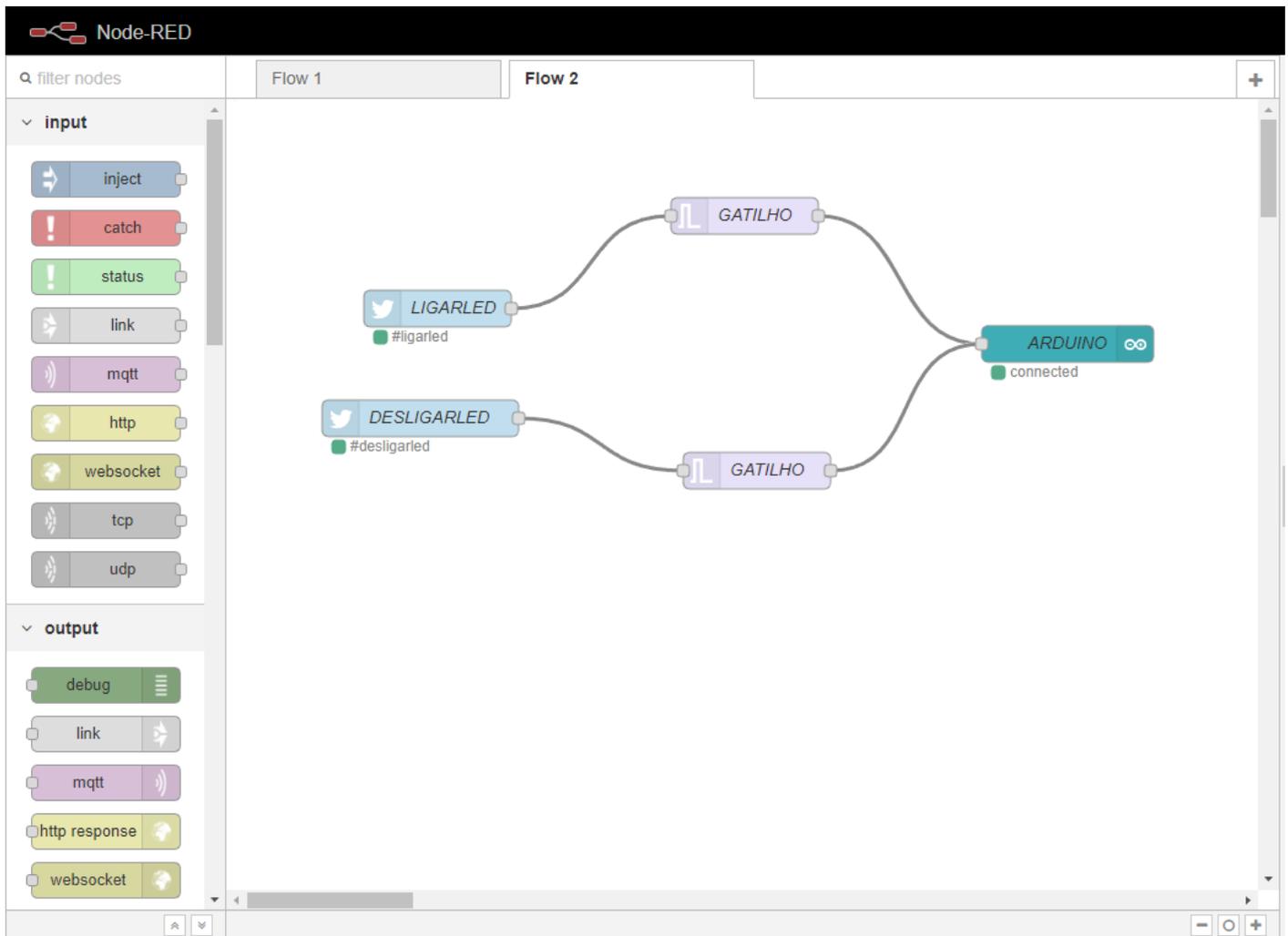


Figura 23 – Resultado Final da Aplicação Twitter (Fonte: Elaborada pelo autor).

Após concluir todas as implementações, a aplicação foi testada e verificada todas as funcionalidades, Assim como o Arduino UNO e os dispositivos ligados a ele como os LEDs, resistores e jumpers.

6.2. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO CONTROLADOR

Assim como na aplicação Twitter para iniciar o desenvolvimento da aplicação foi necessário carregar no Sketch o código do StandartFirmata. Também é necessário a instalação do framework Johnny-Five, que pode ser realizado através do Prompt de Comando do Windows com o comando:

```
>npm install johnny-five
```

A etapa seguinte do desenvolvimento do controlador foi a instalação do socket.io, que é responsável pelo efeito de tempo real, ou seja, isso permite que o Arduino ao seu, seja capaz de controlar a entrada de um dispositivo que esteja apontando para o seu servidor. E também é necessário o express, que é um servidor hospede o código e sirva os arquivos de 'clientes'. A instalação dos dois pacotes também pode ser realizada através do Prompt de Comando do Windows com o comando:

```
>npm install express socket-io
```

A próxima etapa do desenvolvimento foi a implementação do código JavaScript:

```
const five = require('johnny-five');
const express = require('express');
const app = express();
const server = require('http').createServer(app);
const io = require('socket.io')(server);

let led = null;

//CONFIGURAÇÃO DO EXPRESS E SERVER
app.use(express.static(__dirname + '/public'));
app.get('/', function(req, res, next) {
  res.sendFile(__dirname + '/index.html')
});

//CONEXÃO COM PLACA ARDUINO
five.Board().on('ready', function() {
  console.log('Arduino esta conectado.');
```

```

// INICIALIZAÇÃO DO LED
let state = {
  red: 1, green: 1, blue: 1
};

// ENTRADAS DOS PINOS NA PLACA ARDUINO
led = new five.Led.RGB({
  pins: {
    red: 6,
    green: 5,
    blue: 3
  }
});

// DEFINIR CORES
let setStateColor = function(state) {
  led.color({
    red: state.red,
    blue: state.blue,
    green: state.green
  });
};

// CONEXÃO DO SOCKET
io.on('connection', function(client) {
  client.on('join', function(handshake) {
    console.log(handshake);
  });

  // DEFINIR O ESTADO ICINIAL
  setStateColor(state);

  // NOVOS VALORES DAS CORES
  client.on('rgb', function(data) {
    state.red = data.color === 'red' ? data.value : state.red;
    state.green = data.color === 'green' ? data.value : state.green;
    state.blue = data.color === 'blue' ? data.value : state.blue;

    // DEFINIR NOVA COR
    setStateColor(state);
    client.emit('rgb', data);
    client.broadcast.emit('rgb', data);
  });
};

```

```

// LIGAR O LED
led.on();
});
});

const port = process.env.PORT || 3000;

server.listen(port);
console.log(`Servidor rodando em http://localhost:${port}`);

```

A primeira parte (//Configuração do Express e Server) é onde se configura o express e o server os arquivos locais (index.html e o cliente.js) na porta 3000.

A segunda parte é onde se configura o Arduino. Todo o código que está dentro do “five.Board().on('ready', function() {...})” é executado quando a conexão com o Arduino é feita.

E por fim é feito a configuração do socket, sempre que socket.io recebe um evento de mudança, os valores das entradas são enviados com ele.

Também foi implementado o código HTML:

```

<!doctype html>
<html lang="br">
  <head>
    <title>TCC</title>
  </head>

  <body>
    <div align="center">
      <h1>CONTROLADOR DE LED RGB</h1>

      <font color=" #C30003" size="5"><h3>Vermelho:</h3></font>
      <input id="red" type="range" min="0" max="255" step="1" value="0">

      <font color="#309700" size="5"><h3>Verde:</h3></font>
      <input id="green" type="range" min="0" max="255" step="1" value="0">

      <font color="#0003BC" size="5"><h3>Azul:</h3></font>
      <input id="blue" type="range" min="0" max="255" step="1" value="0">

      <script src="/socket.io/socket.io.js"></script>
      <script src="/cliente.js"></script>
    </div>

  </body>
</html>

```

O código HTML é responsável por fazer a ligação com o socket.io e cliente.js para a página HTML onde o usuário irá fazer o controle do LED RGB.

E por fim o código Cliente JavaScript:

```
(function() {
  var socket = io.connect(window.location.hostname + ':' + 3000);
  var red = document.getElementById('red');
  var green = document.getElementById('green');
  var blue = document.getElementById('blue');

  function emitValue(color, e) {
    socket.emit('rgb', {
      color: color,
      value: e.target.value
    });
  }

  red.addEventListener('change', emitValue.bind(null, 'red'));
  blue.addEventListener('change', emitValue.bind(null, 'blue'));
  green.addEventListener('change', emitValue.bind(null, 'green'));

  socket.on('connect', function(data) {
    socket.emit('join', 'Cliente esta conectado!');
  });

  socket.on('rgb', function(data) {
    var color = data.color;
    document.getElementById(color).value = data.value;
  });
})();
```

No cliente.js os dados estão sendo chamado do app.js. O usuário emite os dados e o socket.io recebe no servidor e em seguida atualiza os valores Arduino.

A Figura 24 apresenta a estrutura do controlador de led RGB no Node-RED.

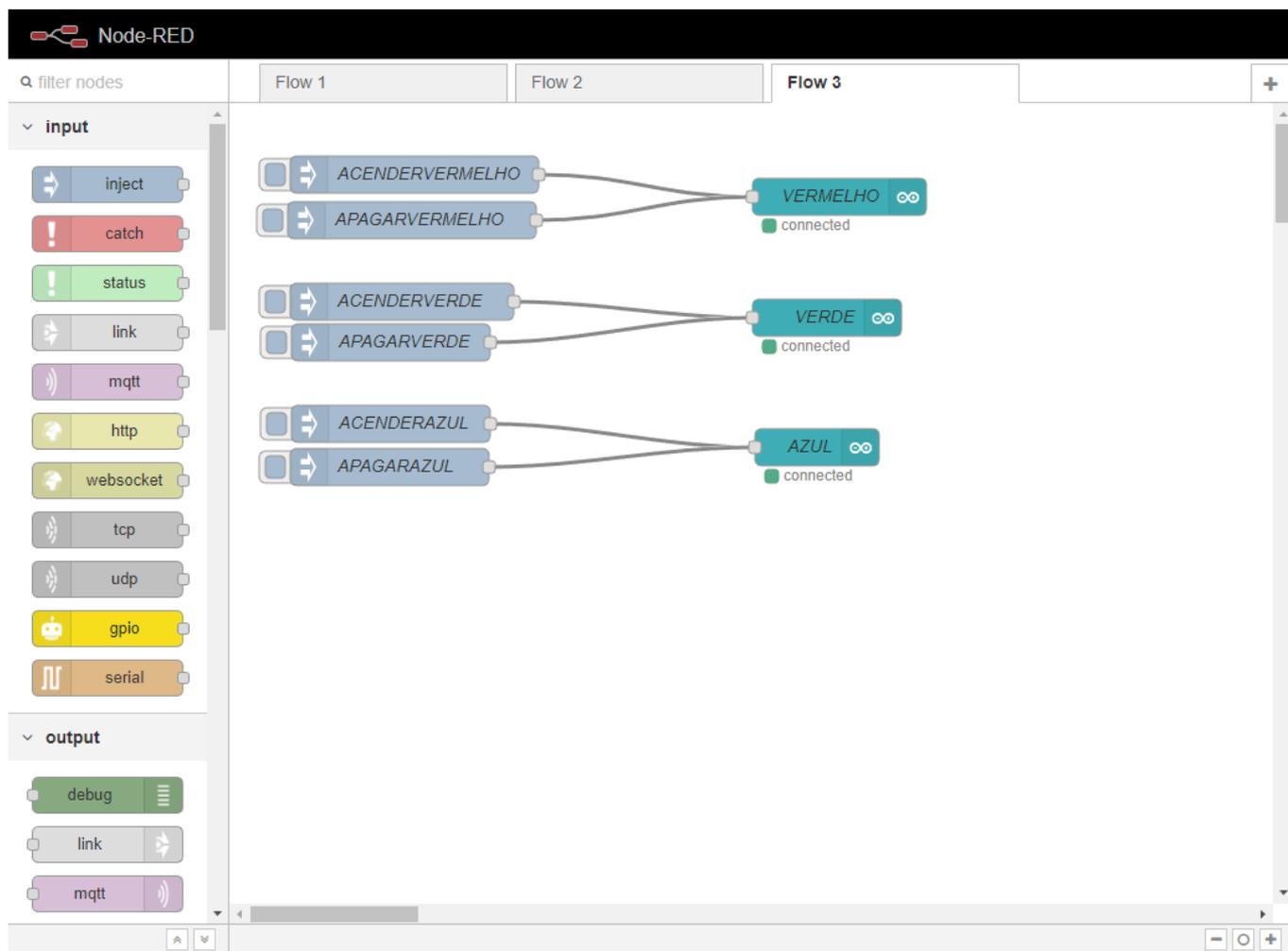


Figura 24 – Estrutura do controlador de led RGB no Node-RED. (Fonte: Elaborada pelo autor).

7. CONCLUSÃO

Com o grande crescimento no conceito de Internet das Coisas, surgirá alta demanda nessa área. E devido a simplicidade em desenvolver aplicações em Internet das Coisas, os Nodes vem crescendo muito nos últimos anos, facilitando o desenvolvimento em IoT tanto para pessoas experientes no ramo, quanto para pessoas que estão entrando na área de IoT.

Esse trabalho explorou os conceitos de Internet das Coisas e também das plataformas NodeJS e Node-RED, a pesquisa também apresentou alguns exemplos de aplicações de Internet das Coisas utilizando-se a plataforma NodeJS e a plataforma Node-Red e também a uma placa Arduino.

O projeto apresenta todas as etapas desde as instalações dos programas necessários até aos exemplos para começar a se desenvolver utilizando as plataformas NodeJS e Node-RED.

Portanto, essa pesquisa visa disponibilizar material para estudos, podendo assim, facilitar no entendimento sobre as plataformas NodeJS e Node-RED e também os modos de comunicação em Internet das Coisas.

7.1. TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, pretende-se ser realizado novas aplicações utilizando-se as plataformas NodeJS e Node-RED, visando a automação residencial, ou seja, tornar-se possível controlar diversos dispositivos eletrônicos de uma residência, utilizando-se a Internet das Coisas e as plataformas estudadas. Também pretende-se realizar aplicações para automação veicular.

Podem ser utilizados vários outros microprocessadores ou microcontrolados para realizar as aplicações, como outros modelos de Arduino (Mega, Leonardo, etc), Intel Galileo e também o Raspberry PI. Além de novos componentes que podem ser utilizados para o desenvolvimento dos nodes.

Portanto, através deste projeto, pode-se desenvolver outras aplicações utilizando o conceito de Internet das Coisas, pois as plataformas NodeJS e Node-RED permite a integração com diversos tipos de sensores e microprocessadores.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hyggo. Internet das Coisas; nós, as cidades, os robôs os carros: Tudo Conectado. Computação Brasil (Revista da Sociedade Brasileira de Computação), v.29, abril, 2015, p.6.

BARROS, Wagner Rocha. Sistema de Automação Veicular com Arduino e Android. 2012. 58p. Trabalho de Conclusão de Curso– Tecnólogo em Sistemas para Internet – Centro Universitário Adventista de São Paulo Engenho Coelho, São Paulo, cidade, 2012.

EVANS, Dave. A Internet das Coisas; Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), abril, 2011, p.2.

RIBEIRO, Matheus Guadagnino. Node-RED: Estudo Exploratório e Nodos Customizados para Internet of Things. 2016. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Ciências da Computação - Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA/Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA., São Paulo, Assis, 2016.

Simpson, Campbell. What The Internet Of Things Really Is, And How It Can Turn Your House Into A Smart Home. Disponível em <https://www.gizmodo.com.au/2016/05/what-the-internet-of-things-really-is-and-how-it-can-turn-your-house-into-a-smart-home>>. Acesso em: 3 fev. 2017.

SAS. Internet of Things (IoT) What it is and why it matters. Disponível em <http://www.sas.com/pt_br/insights/big-data/internet-das-coisas.html#>. Acesso em: 3 fev. 2017.

DRUM, Marluci. O que é Internet das Coisas?. Disponível em <<https://www.oficinadanet.com.br/post/16655-internet-das-coisas>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

MANYIKA, James; CHUI, Michael; BISSON, Peter; WOETZEL, Jonathan; DOBBS, Richard; BUGHIN, Jacques; AHARON, Dan. Unlocking the potential of the Internet of Things. Disponível em < <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>>. Acesso em: 7 fev. 2017.

GALDINO, Any Karolyne. Conheça a nova plataforma para Internet das Coisas da Google. Disponível em < <http://engenhariae.com.br/tecnologia/conheca-nova-plataforma-para-internet-das-coisas-da-google/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

PRADO, Eduardo. Internet das Coisas: O charme dos sensores. Disponível em <<http://www.convergenciadigital.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=site&UserActiveTemplate=mobile&inford=38222>>. Acesso em: 8 mar. 2017.

HYPERSCIENCE. A internet das coisas – o conceito. Disponível em < <http://hyperscience.com/internet-das-coisas-o-conceito/>>. Acesso em: 8 mar. 2017.

NODEJS. Site Oficial do NodeJS. Disponível em < <https://nodejs.org/>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

PEREIRA, Caio Ribeiro. Node.js – Aplicação web real-time com Node.js. Casa do Código, 2013.

COLIN, J.Ihrig. Pro Node.js para desenvolvedores. Angelo Giuseppe Meira Costa, Editora Ciência Moderna, 2013.

SGIER, Mike. Johnny-FiveThe - JavaScript Robotics Programming Framework. Local. Disponível em < <https://github.com/rwaldron/johnny-five>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

TURINI, Rodrigo. Java 9 na prática: REPL. Disponível em <<http://blog.caelum.com.br/java-9-na-pratica-repl/>>. Acesso em: 6 mar. 2017.

NODE-RED. Site Oficial do Node-RED. Disponível em < <https://nodered.org/>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

RODGER, Lea. Node-RED: Lecture 1 – A brief introduction to Node-RED. Disponível em < <http://noderedguide.com/nr-lecture-1/> >. Acesso em: 23 fev. 2017.

BOYD, Bryan C. Desenvolva um aplicativo Internet of Things para carro conectado com o Geospatial Analytics. Developer Works - IBM, jan, 2016, 1-15.