



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**MARCOS ANTONIO DOS SANTOS JUNIOR**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

**RECIFE  
2018.2**

**MARCOS ANTONIO DOS SANTOS JUNIOR**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

**MONITORAMENTO DA TEMPERATURA E DIÓXIDO DE CARBONO  
EM SILO PILOTO UTILIZANDO ARDUINO E BLYNK**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação do Professor Renato Laurenti

**RECIFE  
2018.2**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S237m Santos Junior, Marcos Antonio dos  
Monitoramento da temperatura e do dióxido de carbono do silo  
piloto utilizando arduino e blynk / Marcos Antonio dos Santos  
Junior. - 2018.  
22 f.: il.

Orientador: Renato Laurenti.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia  
Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife,  
BR-PE, 2018.  
Inclui referências.

1. Grãos - Armazenamento 2. Silos 3. Temperatura  
4. Automação 5. Agricultura I. Laurenti, Renato, orient. II. Título

CDD 631

# RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

## MONITORAMENTO DA TEMPERATURA E DIÓXIDO DE CARBONO EM SILO PILOTO UTILIZANDO *ARDUINO* E *BLYNK*

---

Nome e assinatura do aluno

---

Nome e assinatura do orientador

---

Nome e assinatura do supervisor (se for o caso)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela força dada para o desenvolvimento deste projeto. Agradeço a meus pais por todo o apoio e agradeço a minha namorada Julyane Polycarpo pelo seu tempo dedicado a me ajudar neste trabalho. Agradeço aos meus amigos, Thiago Dantas, Victor Cortizo e Bianca Nascimento por todo apoio e conselhos para o desenvolvimento deste. E agradeço ao Professor Renato Laurenti por acreditar no projeto e me dar apoio e supervisão para a realização do mesmo.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sensor de temperatura ds18b20 mostrando seu encapsulamento e seu cabo de alimentação (VCC), terra (GND) e dados (Data)	15
Figura 2- Sensor de qualidade do ar CCS811	15
Figura 3- Silo Piloto do laboratório de armazenamento	16
Figura 4- Estrutura interna do silo com os sensores presos em suas hastes	17
Figura 5- Aplicativo blynk evidenciando o seu layout com um sensor comunicando e dois desligados	18
Figura 6- Representação gráfica da variação de temperatura do dia 7 de março ao dia 8 de março.	19
Figura 7- Representação gráfica da variação de temperatura do dia 1 de março ao dia 8 de março.	20
Figura 8- Representação gráfica da variação de temperatura do dia 8 de fevereiro ao dia 8 de março.	20

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE – Integrated Development Environment

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia

PIB- Produto Interno Bruto

VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	9
1.1.Agricultura	9
1.2.Armazenamento de grãos	9
1.3.Automação	9
1.4.Arduino	10
1.5.Software supervisor	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1. Armazenamento	12
3.1.1. Tipo de unidades armazenadoras	12
3.1.2. Fungos em grãos armazenados	12
3.1.2.1. Temperatura	13
3.1.2.2. Microclima	13
3.2. Conceito de instrumentação e medidas	13
3.3. Microcontroladores	14
4. METODOLOGIA	14
4.1. Área de estudo	18
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	19
6.CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21



# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1 Agricultura**

A agricultura pode ser definida como o conjunto de técnicas e conhecimentos que o solo exige para produzir e cultivar plantas e estão presente desde os primórdios da raça humana e é uma peça importante para a economia de diversos países, incluindo o Brasil. (CITOLIN, 2012).

O Brasil tem a agricultura como um dos pilares fortes de sua economia juntamente com a agropecuária. O PIB da agropecuária do Brasil no terceiro trimestre de 2017, por exemplo era de 5,7% e teve um crescimento acumulado de 14,5 % em comparação com outros setores como serviços e indústrias que tiveram decréscimos de -0,9% e -0,2% respectivamente. (IBGE, 2017).

Devido a toda esta produção agrícola o país é o terceiro maior exportador agrícola do mundo, tendo como grande relevância os grãos. Mas para que a produção de grãos continue positiva é necessário a melhoria das unidades armazenadoras as quais ainda necessitam evoluir tecnologicamente para um melhor monitoramento e controle da ação de pragas e na degradação dos grãos. (CITOLIN,2012)

## **1.2 Armazenamento de grãos**

O armazenamento bem-sucedido de grãos depende do controle das variáveis físicas, químicas e biológicas de fontes externas e internas. Uma das principais variáveis a ser controlada é a temperatura, que por falta do controle dela pode facilitar condições boas para que variáveis biológicas externas (fungos, bactérias, insetos entre outros) se instalem dentro do mesmo. (FARONI, 1998)

Outro fator causado pelo aumento da temperatura é o aumento da taxa de respiração do grão fazendo com que se deteriore e libere CO<sub>2</sub> dentro do silo. (FARONI, 1998).

## **1.3 Automação**

Pode ser definido como a utilização da eletroeletrônica e da mecânica para controlar seu próprio funcionamento praticamente sem a intervenção do homem. Os

processos de automação dividem-se em cinco elementos, são eles: acionamento, sensoriamento, controle, comparador ou elemento de decisão e programas. (SENAI, 2000)

O acionamento provê a energia do sistema, o sensoriamento mede o desempenho do sistema ou alguma propriedade particular de alguns dos seus componentes como: temperatura, pressão, umidade, etc. Controle utiliza as informações do sistema para regular o acionamento. Comparador compara valores preestabelecidos e toma a decisão de quando atuar no sistema. E os programas contém toda a informação do sistema e suas interações. (SENAI,2000).

#### **1.4. Arduino**

**Arduino** é uma plataforma eletrônica de software e hardware aberto utilizada para a prototipação de projetos, que vem sendo muito utilizado atualmente pela sua facilidade de uso e pelo seu baixo custo. **Arduíno** possui pinos de entrada e saída, os de entrada recebem informações (dados ) de sensores liga dos ao mesmo e os de saída recebem dados do **arduíno** para atuadores. Entre a entrada e a saída da plataforma há o micro controlador que faz o controle dos dados de entrada e saída. O micro controlador é programado na linguagem de programação arduino pela IDE de mesmo nome. **IDE** é o software responsável pela escrita do programa e transferência do mesmo para seu micro controlador.

#### **1.5. Software Supervisório**

O software supervisório permite que seja monitorada informações de um processo. Essas informações são obtidas através de equipamentos de aquisição de dados, e em seguida manipuladas, analisadas, armazenadas, e posteriormente apresentadas ao usuário. (IFSP, 2010);

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Monitorar a temperatura e o dióxido de carbono em um silo piloto 24 horas por dia, com consulta de informações em qualquer lugar para uma maior agilidade na tomada de decisão.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Pesquisar melhores sensores de temperatura e de CO<sub>2</sub>;
- Montar os sensores no silo;
- Programar micro controlador;
- Programar o *Blynk*;
- Monitorar valores no aplicativo e na *IDE*;

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1. Armazenamento**

Armazenar é guardar e conservar o produto, diminuindo ao máximo suas perdas, utilizando as melhores técnicas existentes. Para isso existe a rede armazenadora de grãos que é o sistema de armazenagem que permite receber as quantidades produzidas durante as safras agrícolas, retendo a produção que não é comercializada imediatamente, e mantendo suas características tanto qualitativas quanto quantitativas, para posteriormente serem consumidas ou comercializadas. (LORINI et al., 2002).

#### **3.1.1. Tipos de unidades armazenadoras**

A armazenagem dos grãos pode ser feita de duas formas: a granel ou em sacarias. O armazenamento de sacarias é mais utilizado para produtos que tenham um valor agregado maior ou produtos com características diferenciais como açúcar, farinha, entre outros. E o a granel tem se difundido pela rapidez em que o grão pode ser trabalhado além de ser um modo de armazenamento em que se pode ter uma automação maior comparado com o armazenamento em sacarias. (LORINI et al., 2002).

Um exemplo de unidade para armazenamento a granel é o silo. Segundo Lorini et al., 2002 os silos são “unidades armazenadoras de grãos , caracterizadas por células ou compartimentos estanques, que possibilitem o mínimo de incidência ou influência entre o meio externo e o ambiente de estocagem”. O mesmo autor ainda acrescenta que esses sistemas também utilizam equipamentos automatizados ou semi-automatizados o que permite fazer várias operações ao mesmo tempo.

#### **3.1.2. Fungos em grãos armazenados**

Os fungos são a segunda maior causa de deterioração de grãos armazenados no mundo todo, perdendo apenas para insetos. Causam aquecimento dos grãos e levam a perda do poder germinativo, descoloração, redução do valor nutricional, bem como à alterações no odor (mofado, azedo). Todos que armazenam sementes ou grãos, armazenam também fungos e seus esporos, por isso há uma

necessidade em conhecer sobre esse grupo de microrganismos, para poder tomar medidas que possam controlar ou reduzir sua ação. (LORINI et al., 2002).

Os principais fatores que favorecem o desenvolvimento dos mesmos são: conteúdo de umidade, umidade relativa, temperatura, linhagem do fungo contaminante e competição microbiana. Mas outros fatores como disposição de oxigênio (microclima) também pode favorecer a proliferação do mesmo. (LORINI et al., 2002).

### **3.1.2.1. Temperatura**

Para várias espécies de fungos, a temperatura de 30° C é ideal para o seu crescimento, e esta temperatura é temperatura ambiente de países tropicais. Quando existem diferenças de temperaturas na massa de grãos, ocorre a transferência de umidade (quando os vapores de água translocam-se para as camadas mais frias) e isso favorece a proliferação fúngica. (LORINI et al., 2002).

Pelo aumento de temperatura de forma disforme no armazenamento de grãos é que surge a necessidade de monitorar a temperatura do ambiente interno de armazenagem. (CITOLIN, 2012).

### **3.1.2.2. Microclima**

O crescimento dos fungos também depende de outras condições ambientais como a composição da atmosfera gasosa. Existem fungos que podem crescer em baixas concentrações de O<sub>2</sub>. Por isso misturas como CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> podem ser usadas para reduzir a concentração de O<sub>2</sub>.(LORINI et al., 2002).

## **3.2. Conceito de instrumentação e medidas**

De acordo com o VIM da quarta edição publicado pelo INMETRO, os seguintes conceitos são definidos como:

Grandeza – São todas as propriedades de um fenômeno ou substância, que podem ser expressas quantitativamente através de um número ou de uma referência, tal como o comprimento, a massa, a velocidade, a temperatura, entre outros;

Unidade – Elemento simbólico utilizado para caracterizar a grandeza de um número e com a qual se pode relacionar outros tipos de grandezas, como por exemplo, watt (potência elétrica), hertz (frequência), volt (tensão elétrica), metro (comprimento);

Medição – processo experimental para a aquisição de um valor de uma grandeza, cujo resultado é dito valor medido;

Precisão – comparação quantitativa (numérica) entre uma série de valores medidos e o valor convencional esperado;

Sensor – Elemento que é afetado de forma direta pela grandeza a ser medida;

### **3.3. Microcontroladores**

Segundo Citolin, 2012, o micro controlador possui elementos lógicos e aritméticos além de possuir integrado internamente uma série de periféricos e permite conexões elétricas na forma de carga em suas portas.

Elementos comuns de um micro controlador:

- Memória interna para escrita e leitura para armazenamento de dados;
- Memória de programa volátil;
- Memória EEPROM para armazenamento de dados permanentes;
- Conversores analógico-digitais;
- Comparadores de tensão;
- Interface de comunicação serial;
- Oscilador (relógio) interno;
- Contadores e temporizadores;

## **4. METODOLOGIA**

A metodologia iniciou-se pela pesquisa dos melhores sensores atualmente utilizados no mercado, escolhendo-se o ds18b20 para monitorar a temperatura e o ccs811 para monitorar a concentração de CO<sub>2</sub>.

O sensor de temperatura escolhido foi os ds18b20 por apresentarem maior precisão quando comparados a outros utilizados com frequência , como mostra Martinazzo & Orlando, (2016) , além disso os mesmos utilizam como comunicação o protocolo 1-wire , onde é possível enviar vários dados de informação de múltiplos sensores para o microprocessador utilizando apenas um fio. O mesmo utiliza três fios para o seu funcionamento, um para dados, uma para o polo positivo (VCC) e o outro para o polo negativo (GND). O sensor mede temperaturas de -55° C a +125° C e possui uma precisão de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . O ds18b20 está dentro de um

encapsulamento de metal que é para aumentar sua área de contato e não sofrer interferência de líquidos.



Figura 1 - Sensor de temperatura ds18b20 mostrando seu encapsulamento e seu cabo de alimentação (VCC), terra (GND) e dados (Data).

O ccs811 é um sensor de qualidade do ar capaz de monitorar a presença de CO<sub>2</sub> e de componentes orgânicos voláteis (VOCs). Possui uma interface que converte informações analógicas para digitais facilitando o processo de leitura dos dados medidos. Ele possui oito pinos, mas apenas cinco são necessários para sua comunicação com o Node. O sensor foi escolhido por ser o único do mercado atualmente a aferir o CO<sub>2</sub> do ambiente ao qual está inserido, podendo identificar níveis anormais de monóxido de carbono na atmosfera dentro do silo, vindo a identificar uma possível degradação dos grãos ou uma tendência a desenvolvimento de fungos.

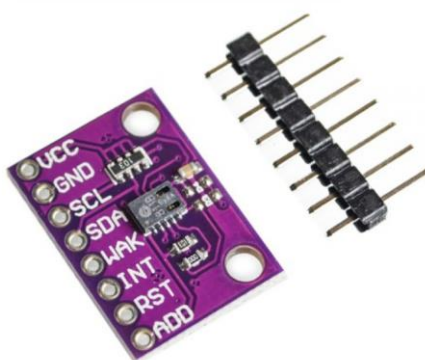


Figura 2 - Sensor de qualidade do ar CCS811

A placa micro controlada escolhida foi o NodeMCU, que é um firmware , baseado no micro controlador ESP8266 que possui módulo WiFi próprio e utiliza a IDE do **arduíno** para sua programação, facilitando a utilização de linguagens de programação mais simples do que a sua linguagem própria (LUA).(OLIVEIRA, 2017).

O silo utilizado para serve para fins didáticos possui as dimensões: altura útil de 85 cm, diâmetro 50 cm. O mesmo é feito de aço , como mostra figura 4. Apresenta internamente uma estrutura de forma circular com 4 barras, sendo uma no centro e outras três espaçadas em 120° uma das outras (Figura 5) .Em cada barra estão presos por presilhas plásticas três sensores de temperatura na qual descem os fios para alimentação e comunicação até a parte inferior do silo para se conectar com o micro controlador. Em uma de suas portas(D4) de entrada o node tem um resistor de 4,7 K $\Omega$  para proteção dos sensores de temperatura para uma corrente mais elevada. Os sensores estão dispostos de tal forma a se ter uma melhor identificação de pontos onde haja migração de umidade.



Figura 3 – Silo Piloto do laboratório de armazenamento





Figura 4 – Estrutura interna do silo com os sensores presos em suas hastes.

Como software supervisórios foi utilizado o ***blynk***, um aplicativo para celular que permite fazer vários tipos de projetos para monitoramento e o serial monitor da IDE do ***arduíno***. No ***blynk*** foram colocados displays do tipo ***gauge*** para monitorar os sensores de temperaturas e um display do tipo ***superchart*** para armazenar os dados recolhidos em períodos de tempo que variam de no mesmo instante (live), até um ano.



Figura 5 - Aplicativo *blynk* evidenciando o seu layout com um sensor comunicando e dois desligados.

#### 4.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado no laboratório de propriedades físicas dos materiais e armazenagem agrícola, na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

## 5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Foram desenvolvidas pesquisas na literatura para encontrar os melhores componentes a serem utilizados no projeto, após a escolha dos mesmos foi desenvolvido um suporte de ferro para a sustentação dos sensores dentro do silo e após isso foi feita a conexão dos sensores com o **nodeMCU**. Posteriormente programou-se o micro controlador e iniciou-se a fase de testes do funcionamento dos sensores.

## 6. CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho monitorou a temperatura do silo por um mês e a sua concentração de CO<sub>2</sub>. O monitoramento de temperatura só foi feito por um sensor após problemas com materiais que são necessários comprar pela internet e tem um tempo previsto para chegada superior ao tempo máximo para a entrega do relatório.

O monitoramento de temperatura do sensor teve seus dados armazenados no **blynk** e transformados em gráficos de variação de temperatura. Os gráficos são do dia 7 ao dia 8 de Março ( 1d), do dia 1 ao dia 8 de março (1w), do dia 8 de fevereiro ao dia 8 de março (1M) e são representados pelas figuras 6, 7 e 8 respectivamente.

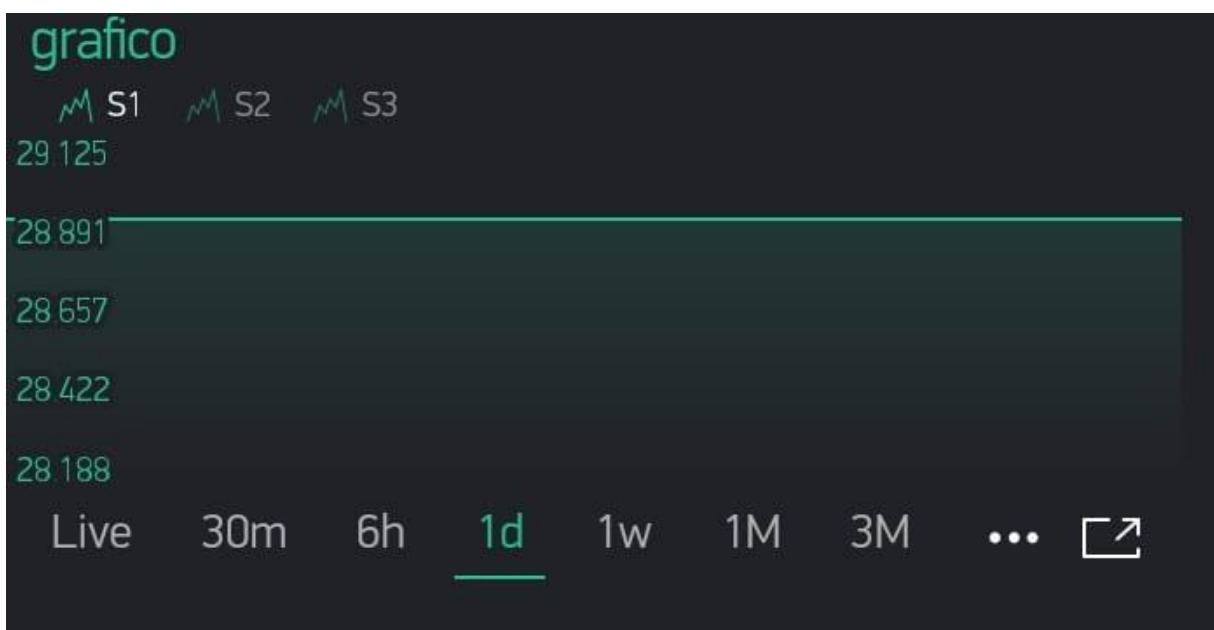


Figura 6 – Representação gráfica da variação de temperatura do dia 7 de março ao dia 8 de março.

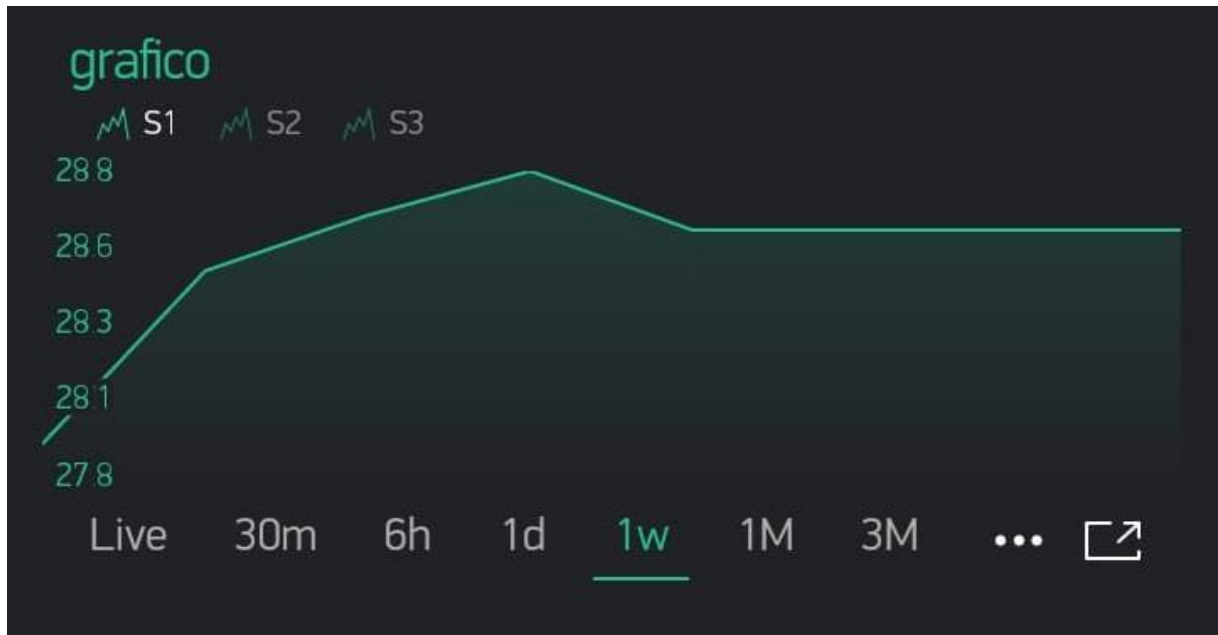


Figura 7 – Representação gráfica da variação de temperatura do dia 1 de março ao dia 8 de março.



Figura 8 – Representação gráfica da variação de temperatura do dia 8 de fevereiro ao dia 8 de março.

Conclui-se a possibilidade de monitoramento automatizado através dos sensores de temperatura ds18b20 e de qualidade do ar CCS811 e que apresenta maior sensibilidade e preço mais acessível do que os sensores utilizados atualmente

de forma simples e precisa , possibilitando manter a qualidade de armazenamento em condições ótimas.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CITOLIN, R.S. **Sistema de termometria para silos**. Porto Alegre, Escola de engenharia da UFRGS. 2012.

FARONI, L.R.A. **Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados**. Viçosa, MG. 1998 p.1-15.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/agropecuaria-puxa-o-pib-de-2017>. Acesso em 22 jan. 2019.

IFSP – INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. **Apostila de sistemas supervisórios**. 2010.

MARTINAZO, C.A. ORLANDO, T. **COMPARAÇÃO ENTRE TRÊS TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA EM ASSOCIAÇÃO COM ARDUÍNO**. PERSPECTIVA, Erechim. v. 40, n.151, p. 93-104, setembro/2016

OLIVEIRA, R.R. **USO DO MICROCONTROLADOR ESP8266 PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**. Rio de Janeiro, Escola politécnica da UFRJ. 2017.

SENAI – SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Telecurso 2000 – Módulos especiais mecânica**.