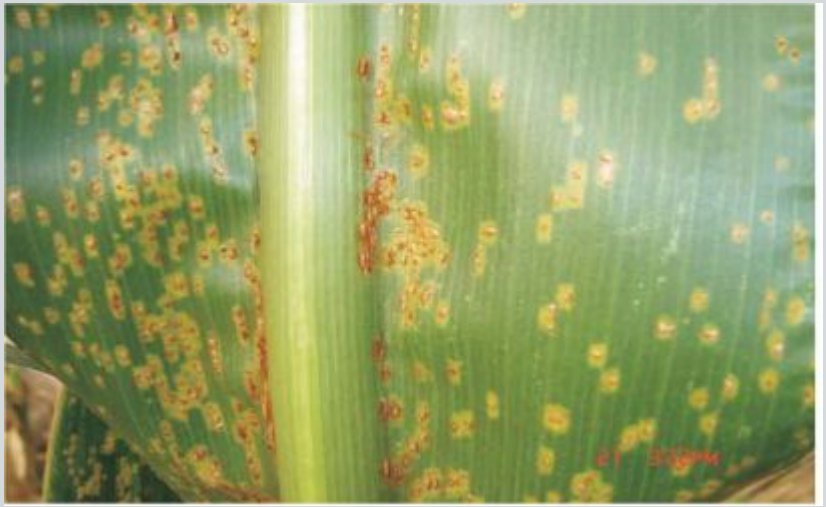
Estação metereológica para monitoramento do plantio de milho utilizando comunicação LoRa

Vitor Diego Dias Engers

Engenharia Mecatrônica | Engenharia da Mobilidade | Joinville

Doenças Comuns

- **Ferrugem Comum (Puccinia sorghi)**
  - Temperaturas baixas (16 a 23 ºC) e alta umidade relativa (100%) do ar.



Fonte: Embrapa

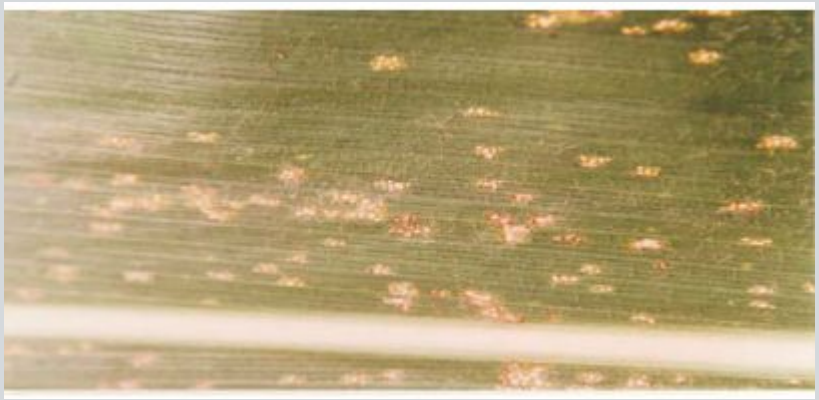
Doenças Comuns

- **Mancha branca ou Mancha de Phaeosphaeria)**
  - Alta precipitação, alta umidade relativa (> 60%) e baixas temperaturas noturnas em torno de 14 ºC.
  - Perdas podem chegar a 60%

Fonte: Embrapa

Doenças Comuns

- **Ferrugem Tropical ou Ferrugem Branca (Physopella zeae)**
  - A doença é favorecida por condições de alta temperatura (22 a 34 ºC), alta umidade relativa e baixas altitudes. Maior ocorrência na safrinha.



Fonte: Embrapa

Doenças Comuns

- **Podridão de Stenocarpella**
  - são favorecidas por temperaturas entre 28 e 30 ºC e alta umidade, principalmente na forma de chuva.

Fonte: Embrapa

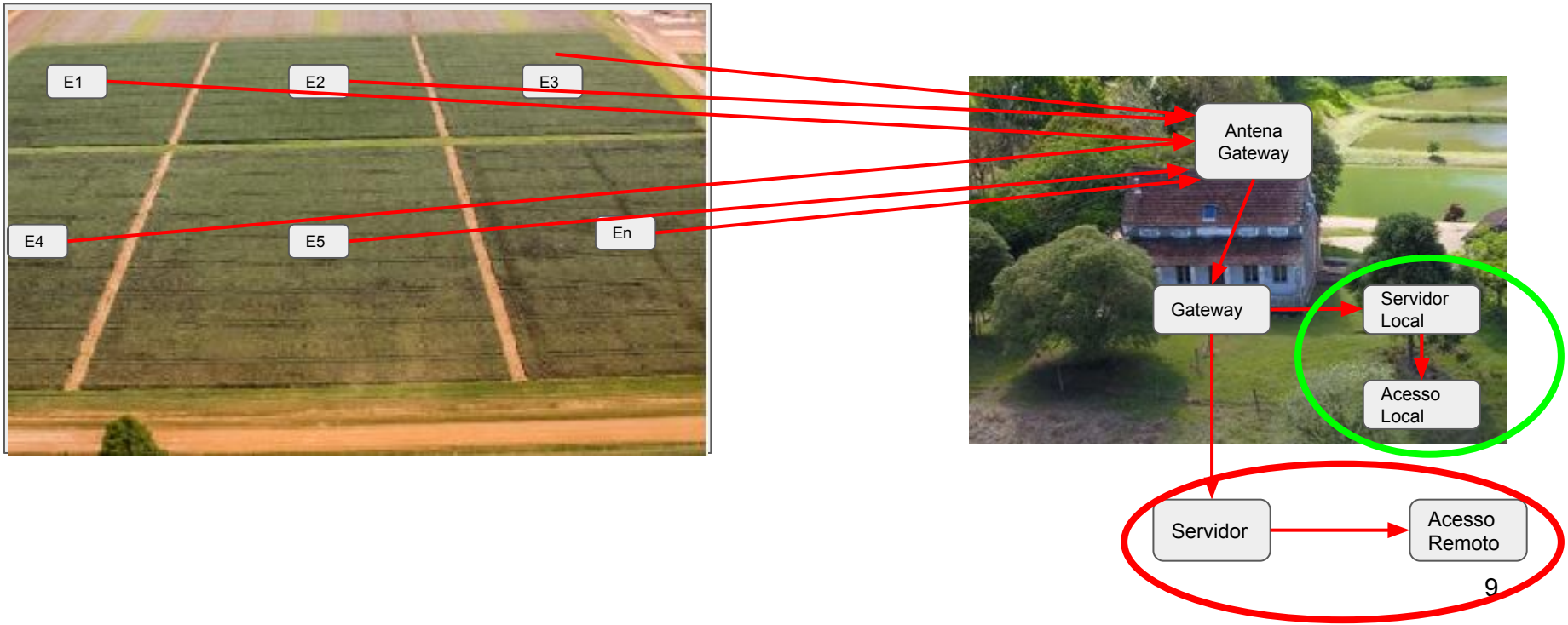
Resumo doenças

- Temperaturas baixas (16 a 23 oC) e alta umidade relativa (100%) do ar. → **Ferrugem Comum (Puccinia sorghi)**
- Alta umidade relativa (> 60%) e baixas temperaturas nocturnas → **Mancha branca ou Mancha de Phaeosphaeria)**
- (≅ 14 ºC).
- Alta temperatura (22 a 34 ºC), alta umidade relativa e baixas altitudes. → **Ferrugem Tropical ou Ferrugem Branca (Physopella zeae)**
- Temperaturas entre 28 e 30 ºC e alta umidade. → **Podridão de Stenocarpella**

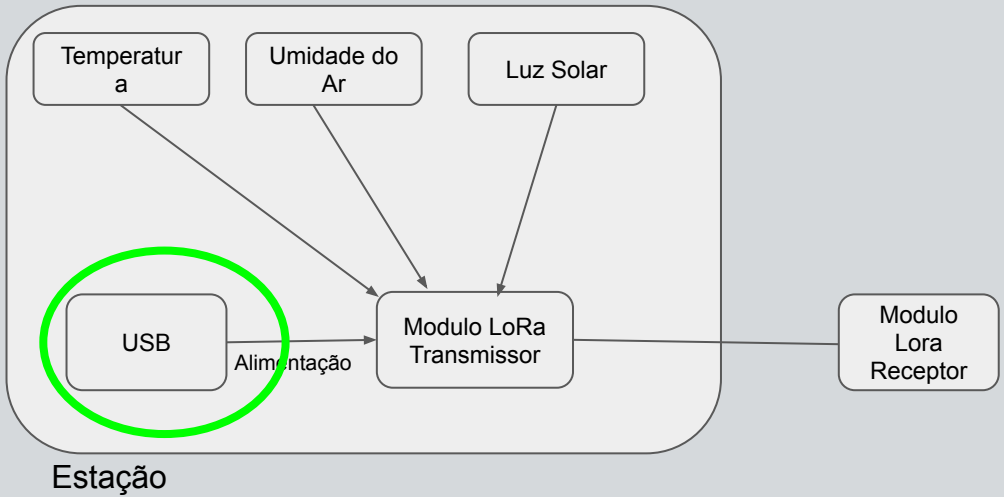
O que medir?

- Quantidade de chuva (pluviometro)
- Velocidade do vento
- Temperatura
- Umidade do Ar
- Luz solar

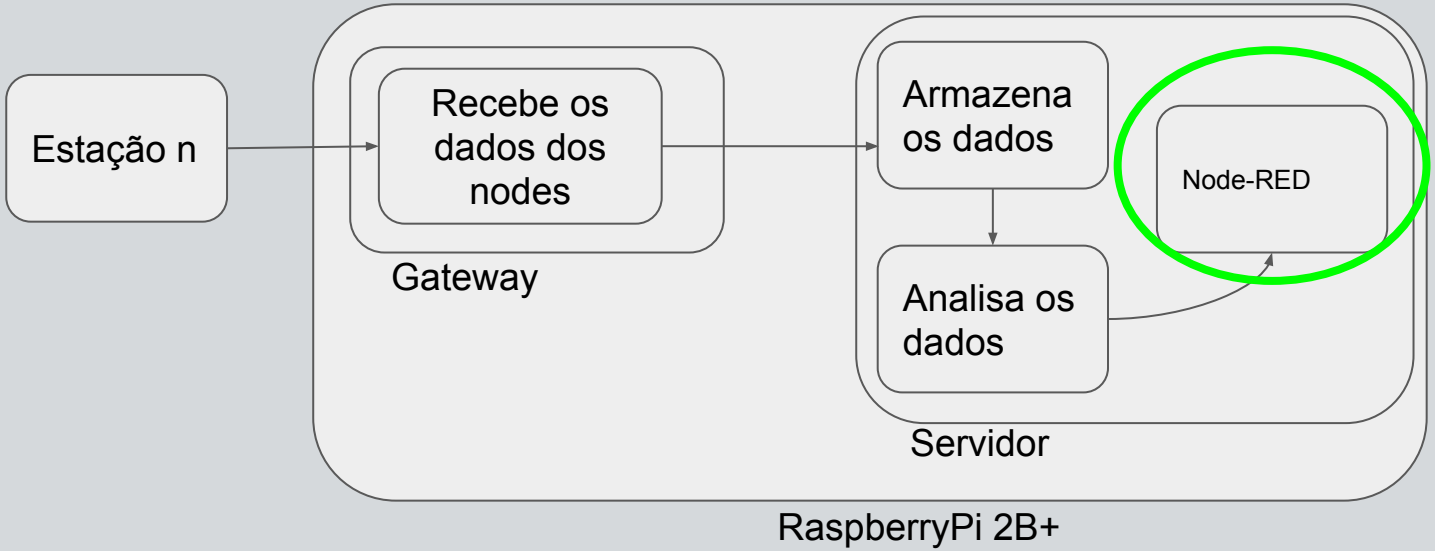
O sistema


E1
E2
E3
E4
E5
En
Antena Gateway
Gateway
Servidor Local
Acesso Local
Servidor
Acesso Remoto

O sistema


Temperatur
a
Umidade do
Ar
Luz Solar
USB
Alimentação
Modulo LoRa
Transmissor
Modulo
Lora
Receptor
Estação

Gateway + Servidor



Requisitos - Software

- Raspbian OS
- Node-RED
- Esp32 programmer

Requisitos - Hardware

- Para os nós:
  - Modulo LoRa E32-TTL-100
  - Antena SMA (430 mhz ou 915 mhz)
  - Esp32
  - Bateria 5V ou USB
  - Sensor de Luz Solar (LDR)
  - Sensor de umidade do ar (DH11)
  - Sensor de temperatura (DH11)

- Para o gateway:
  - Modulo LoRa E32-TTL-100
  - Antena SMA (430 mhz ou 915 mhz)
  - Raspberry Pi 2B
  - FTDI

Transmissor - Feito

Transmissor - Feito

- Aquisição:
  - Faz uma aquisição a cada 300 ms dos sensores
  - Armazena as últimas 10 aquisições

- Envio:
  - Timer envia uma média das últimas 10 aquisições a cada 500 ms

Transmissor - Feito

- Aquisição:
  - Faz uma aquisição a cada 300 ms dos sensores
  - Armazena as últimas 10 aquisições

- Envio:
  - Timer envia uma média das últimas 10 aquisições a cada 500 ms

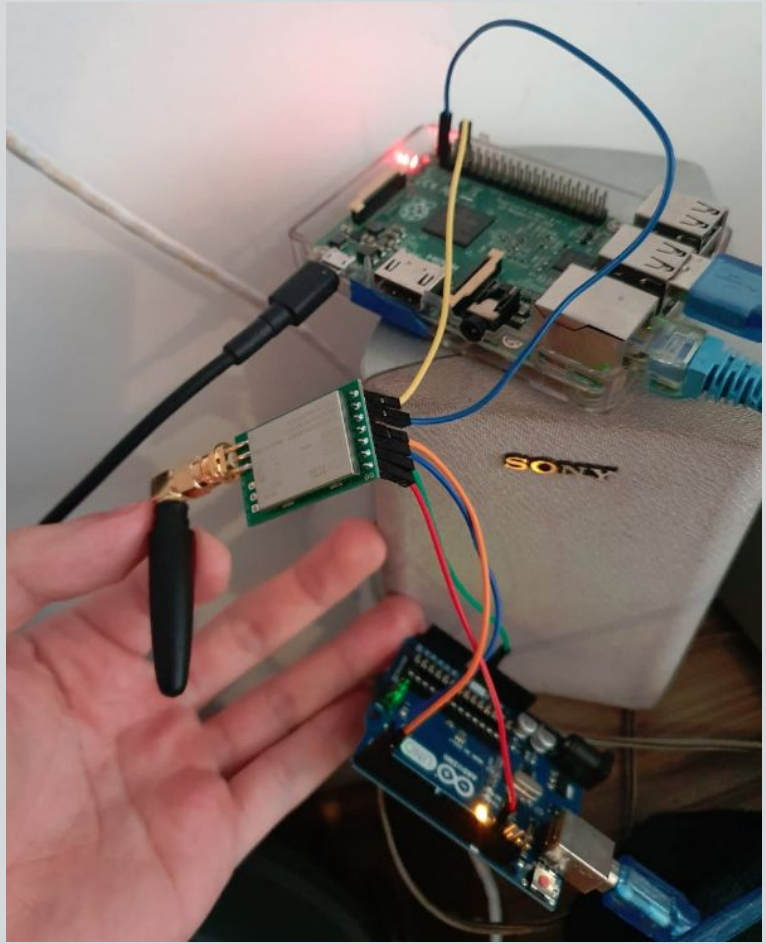
- Período de amostragem deve depender da necessidade e do consumo de uma futura bateria

Receptor - Feito

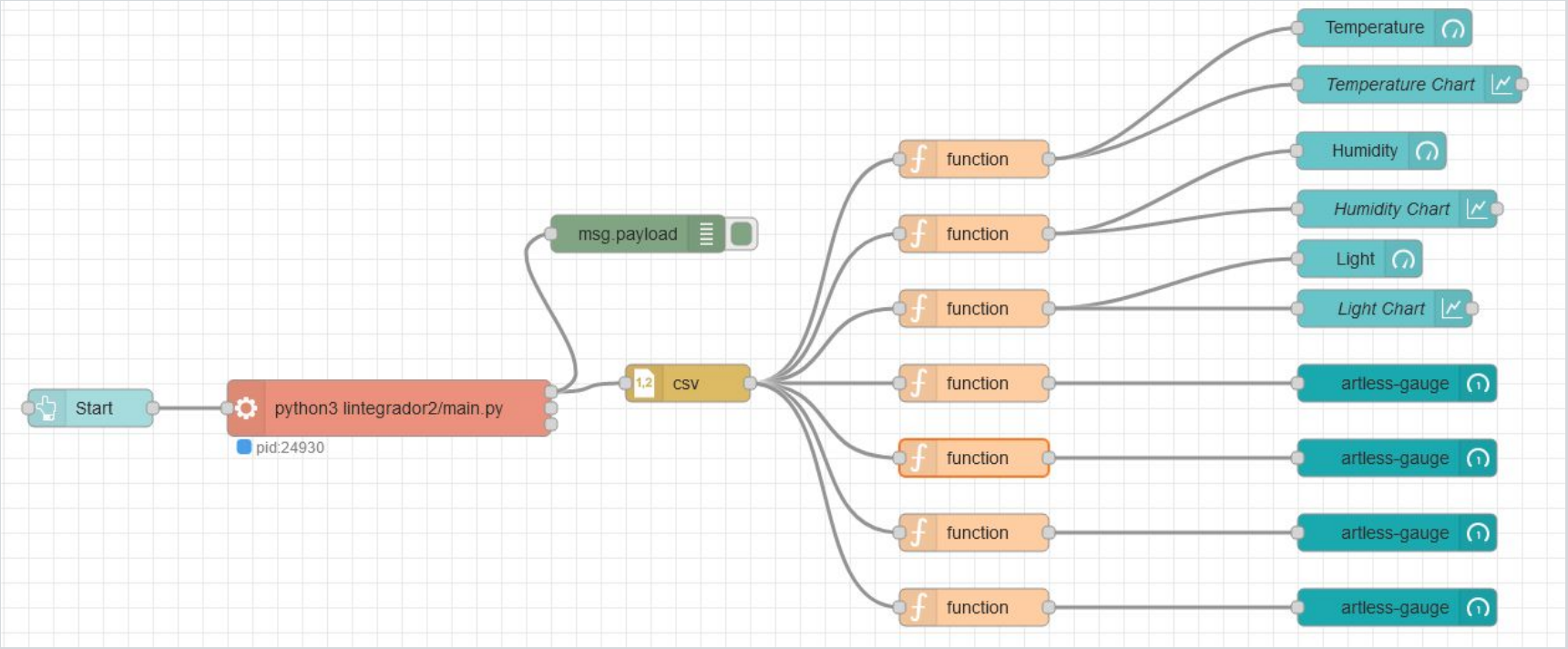
- Raspberry Pi 2B:
  - Recebe os dados do módulo LoRa através da serial
  - Salva os logs
  - Processa os dados
  - Envia os dados processados para o Node-RED

- Módulo LoRa Receptor:
  - Recebe os dados do módulo LoRa transmissor

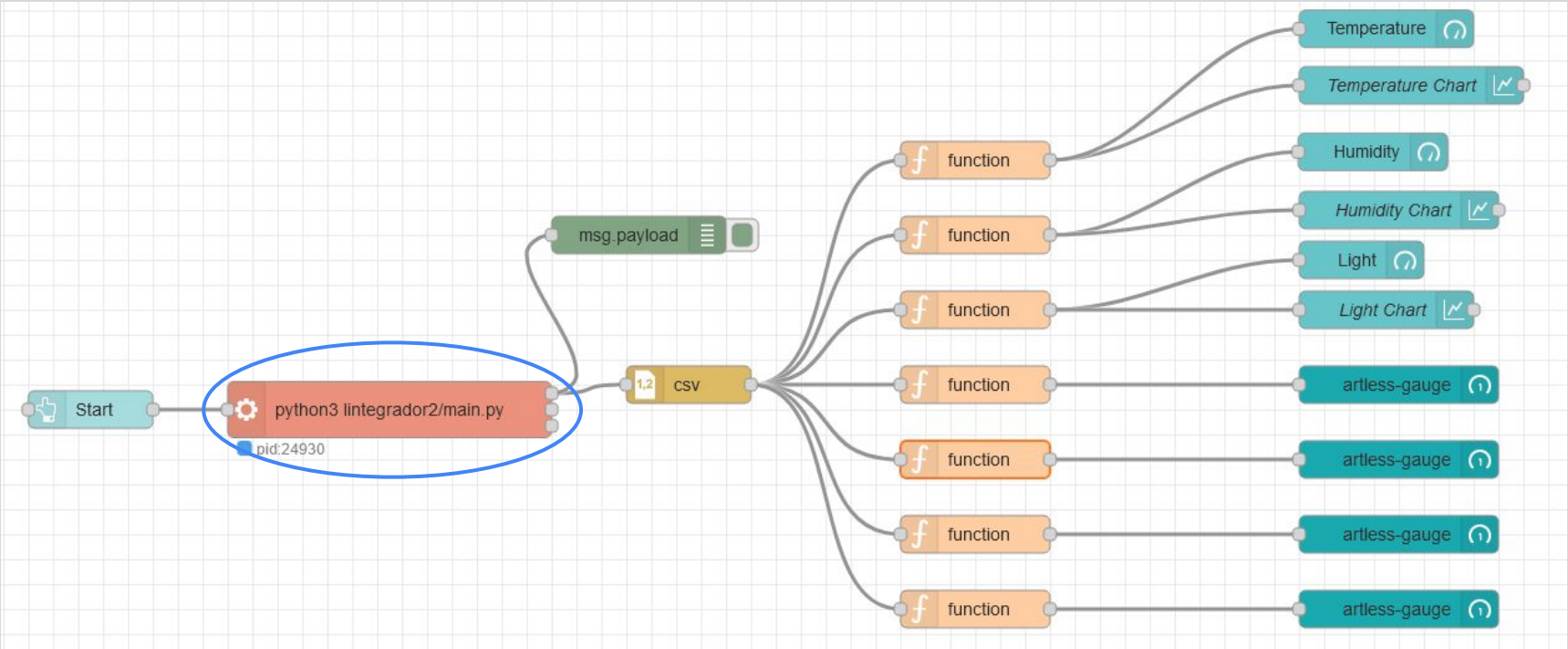
- Arduino Uno:
  - Atua como FTDI



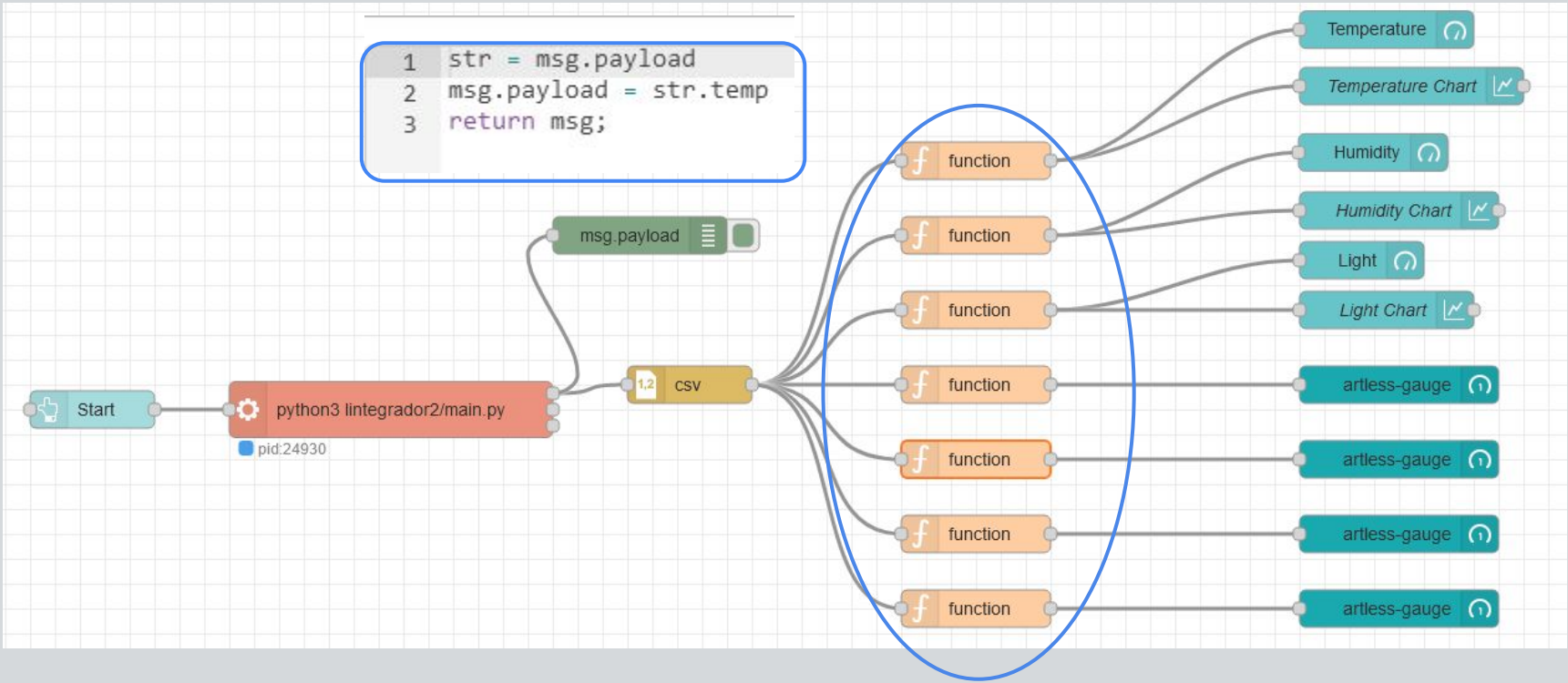
Node-RED - flows



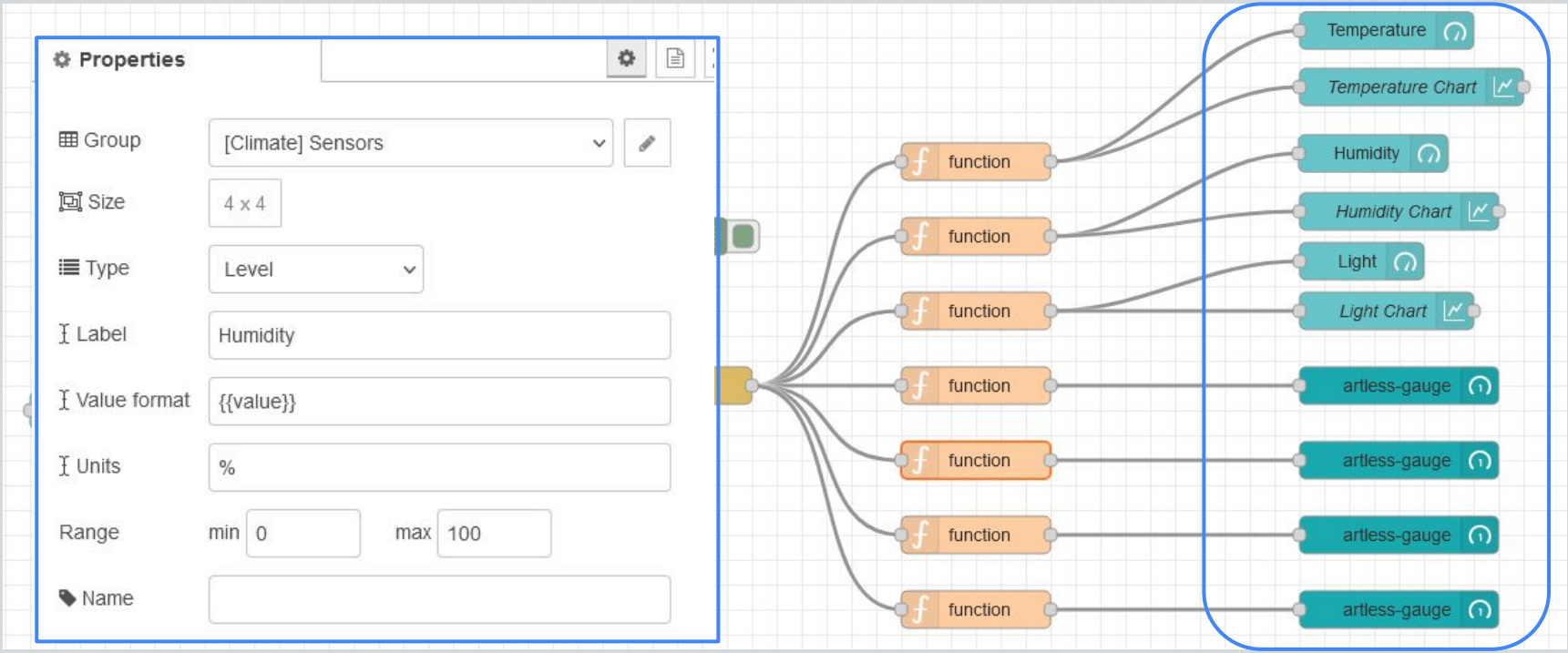
Node-RED - flows



Node-RED - flows



Node-RED - flows



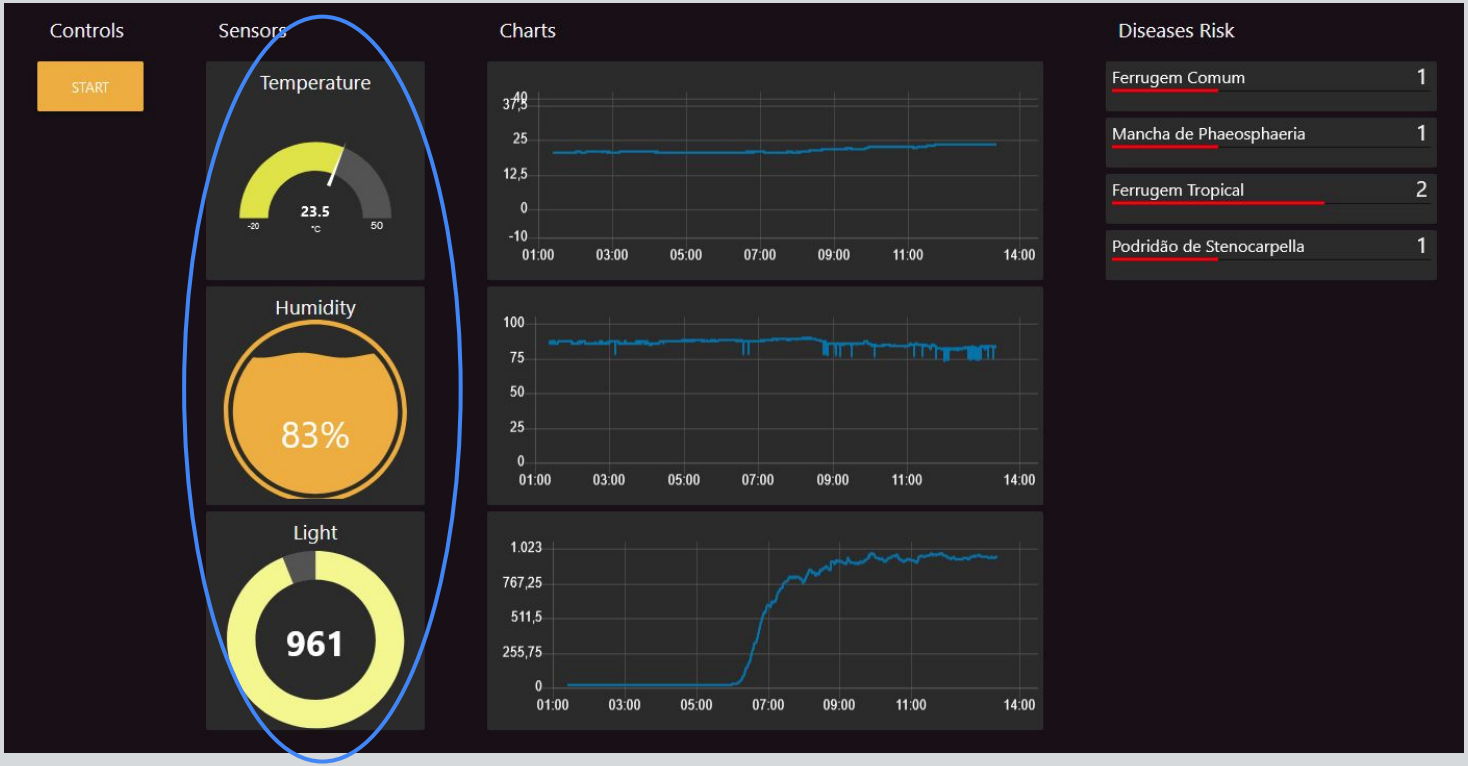
Node-RED - UI


Controls
START
Sensors
Temperature
23.5
°C
-20
50
Humidity
83%
Light
961
Charts
40
37,5
25
12,5
0
-10
01:00
03:00
05:00
07:00
09:00
11:00
14:00
100
75
50
25
0
1.023
767,25
511,5
255,75
Diseases Risk
Ferrugem Comum 1
Mancha de Phaeosphaeria 1
Ferrugem Tropical 2
Podridão de Stenocarpella 1

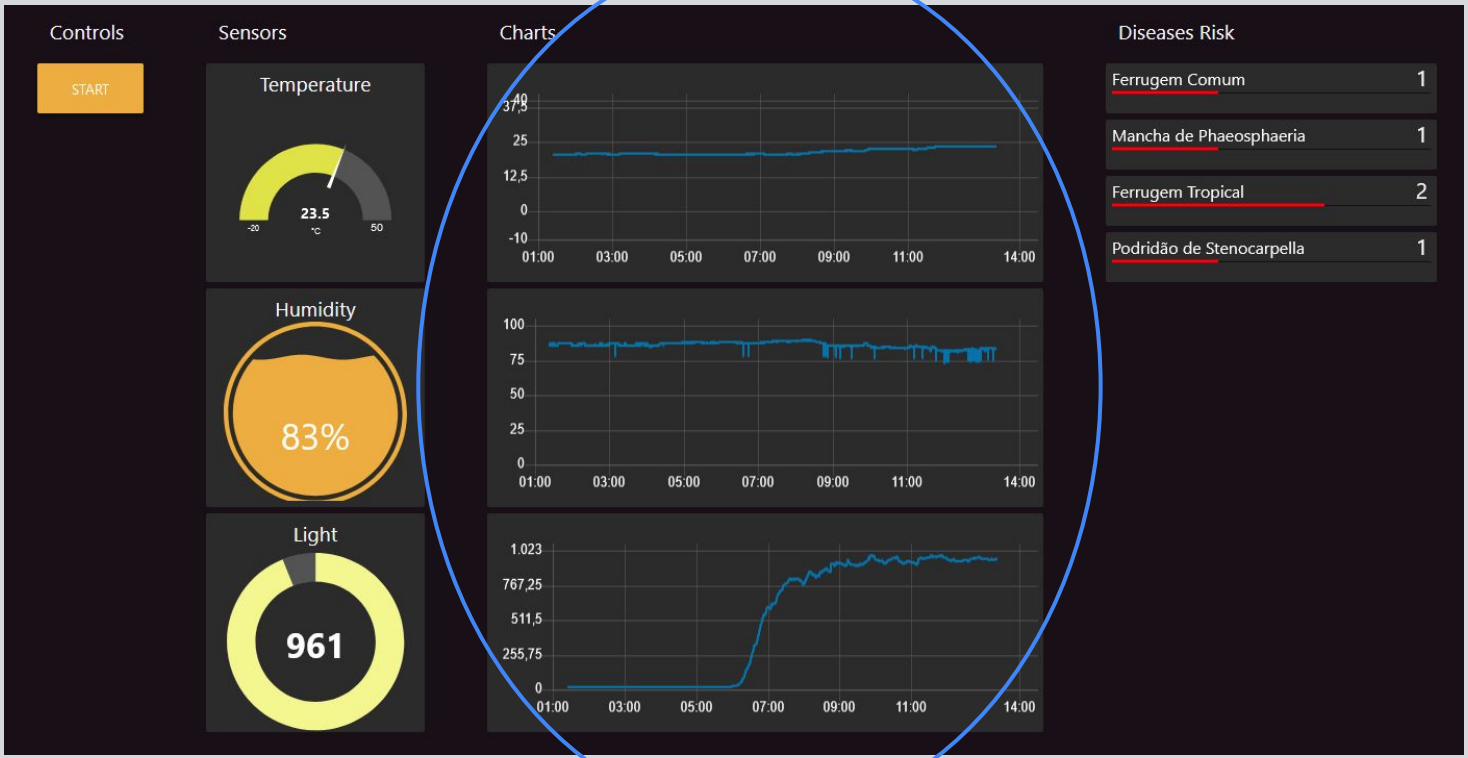
Node-RED - UI


Controls
START
Sensors
Temperature
23.5
°C
-20
50
Humidity
83%
Light
961
Charts
40
37,5
25
12,5
0
-10
01:00
03:00
05:00
07:00
09:00
11:00
14:00
100
75
50
25
0
1.023
767,25
511,5
255,75
Diseases Risk
Ferrugem Comum 1
Mancha de Phaeosphaeria 1
Ferrugem Tropical 2
Podridão de Stenocarpella 1

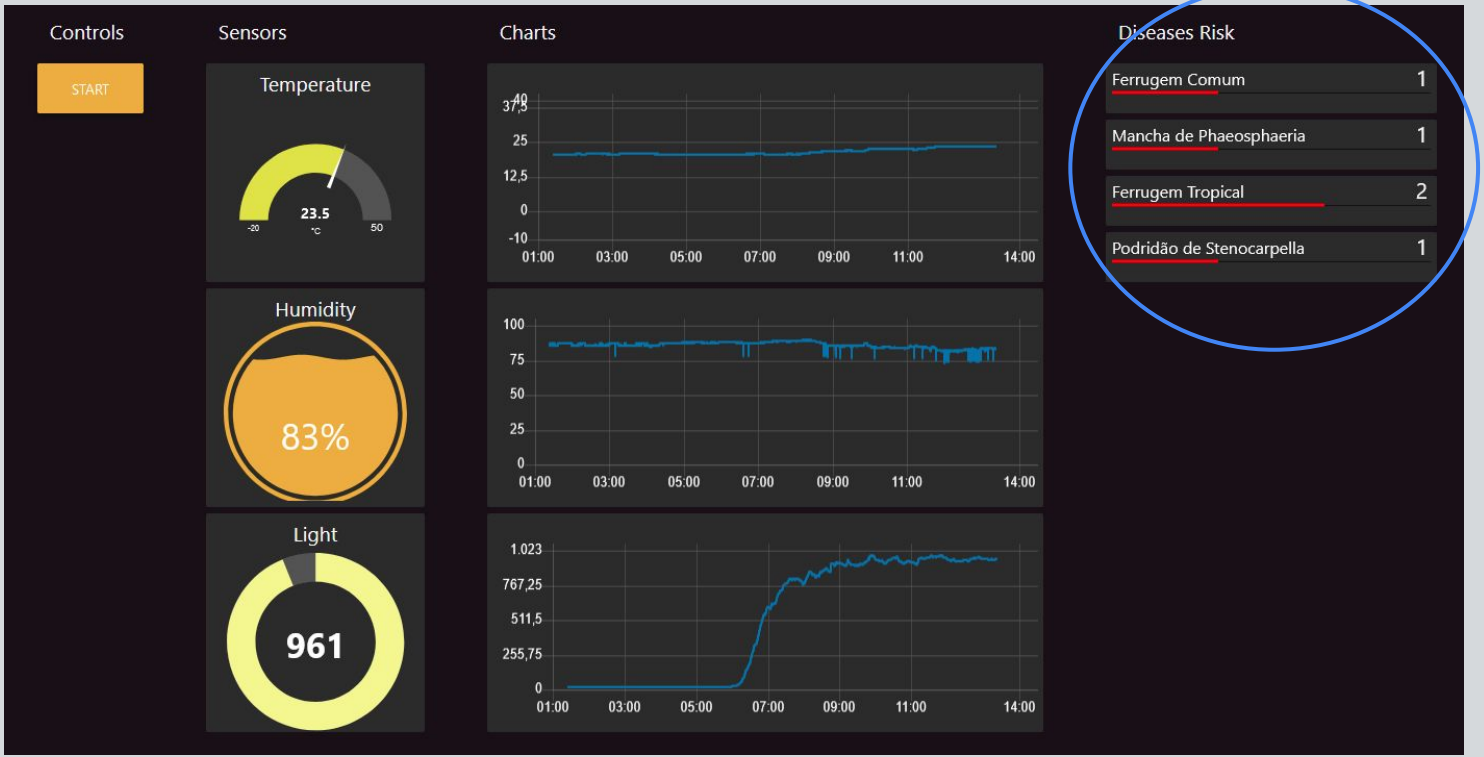
Node-RED - UI


Controls
START
Sensors
Temperature
23.5
°C
-20
50
Humidity
83%
Light
961
Charts
40
37,5
25
12,5
0
-10
01:00
03:00
05:00
07:00
09:00
11:00
14:00
100
75
50
25
0
1.023
767,25
511,5
255,75
Diseases Risk
Ferrugem Comum 1
Mancha de Phaeosphaeria 1
Ferrugem Tropical 2
Podridão de Stenocarpella 1

Node-RED - UI


Controls
START
Sensors
Temperature
23.5
°C
-20
50
Humidity
83%
Light
961
Charts
40
37,5
25
12,5
0
-10
01:00
03:00
05:00
07:00
09:00
11:00
14:00
100
75
50
25
0
1.023
767,25
511,5
255,75
Diseases Risk
Ferrugem Comum 1
Mancha de Phaeosphaeria 1
Ferrugem Tropical 2
Podridão de Stenocarpella 1

Node-RED - UI


Controls
START
Sensors
Temperature
23.5
°C
-20
50
Humidity
83%
Light
961
Charts
40
37,5
25
12,5
0
-10
01:00
03:00
05:00
07:00
09:00
11:00
14:00
100
75
50
25
0
1.023
767,25
511,5
255,75
Diseases Risk
Ferrugem Comum 1
Mancha de Phaeosphaeria 1
Ferrugem Tropical 2
Podridão de Stenocarpella 1

Receptor - Database

- Armazena todas as amostras recebidas em um .csv
- Separa os arquivos por dia automaticamente
- Facilmente processado por um script em python

```
timestamp,temperature,humidity,light
2021-08-29 23:42:05.565491,25.40,65.00,64
2021-08-29 23:42:45.974639,25.40,65.00,65
2021-08-29 23:42:50.566221,25.40,65.00,67
2021-08-29 23:42:55.563599,25.40,65.00,67
2021-08-29 23:43:00.564996,25.40,65.00,67
2021-08-29 23:43:05.567536,25.40,65.00,67
2021-08-29 23:43:10.564874,25.40,65.00,67
2021-08-29 23:43:15.566316,25.40,65.00,66
2021-08-29 23:43:20.563673,25.40,65.00,63
2021-08-29 23:43:25.564808,25.40,65.00,63
2021-08-29 23:43:30.566308,25.40,65.00,62
2021-08-29 23:43:35.563597,25.40,65.00,62
2021-08-29 23:43:40.564798,25.40,65.00,63
2021-08-29 23:43:45.566432,25.40,65.00,62
2021-08-29 23:43:50.563734,25.40,65.00,63
2021-08-29 23:43:55.565015,25.40,65.00,62
2021-08-29 23:44:00.566428,25.40,65.00,62
2021-08-29 23:44:05.563737,25.40,65.00,62
2021-08-29 23:44:10.589965,25.40,65.00,197
```

Unit tests

- Unit tests feito em python
- Testado a classe de doenças
- Diversos test cases de valores intermediários e de extremidades
- Testado para todas as doenças usadas no sistema
- 300 linhas de test cases

```python
import unittest
from diagnose import Diseases

class TestDiseases(unittest.TestCase):

    def test_d1(self):
        d1 = Diseases("Ferrugem Comum", 16, 23, 95, 100, 0, 1023)
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(10, 90, 0), 1)
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(16, 90, 0), 2)
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(20, 90, 0), 2)
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(23, 90, 0), 2)
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(30, 90, 0), 1)

        # variando umi para cada temp. luz 0
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(10, 95, 0), 2)
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(10, 97, 0), 2)
        self.assertEqual (d1.checkIfPossible(10, 100, 0), 2)
```

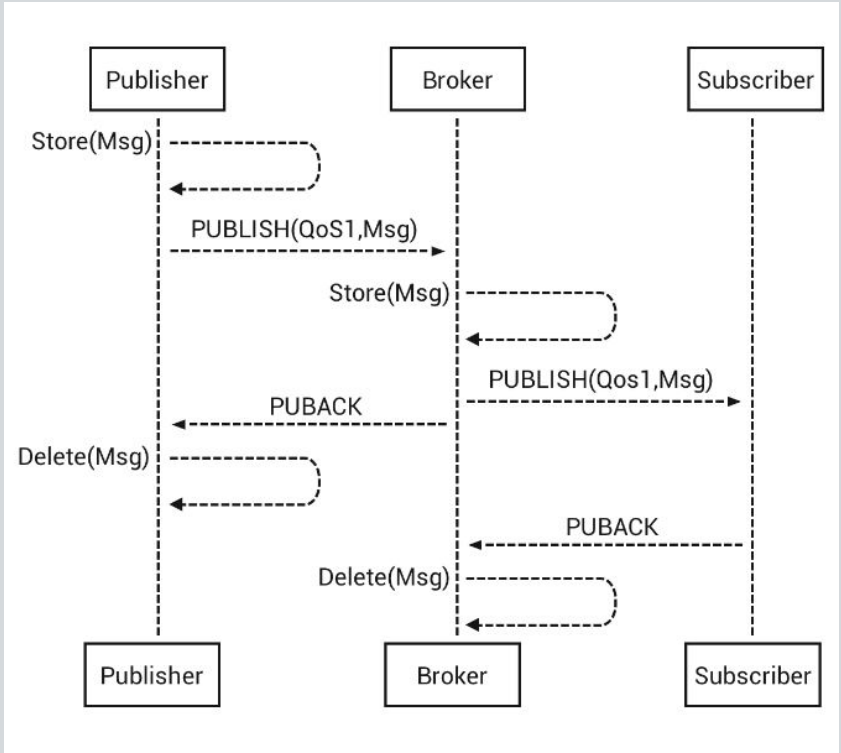
```
pi@raspberrypi:~/Iintegrador2 $ python3 -m unittest test_diagnose.py -v
test_d1 (test_diagnose.TestDiseases) ... ok
test_d2 (test_diagnose.TestDiseases) ... ok
test_d3 (test_diagnose.TestDiseases) ... ok
test_d4 (test_diagnose.TestDiseases) ... ok

----------------------------------------------------------------------
Ran 4 tests in 0.007s

OK
```

Proposto a ser feito

- QOS:
  - Implementar um protocolo MQTT para trocas de bits de acknowledgment, garantindo a chegada da mensagem
  - Checksum para garantir a integridade da mensagem
- Alerta via e-mail
  - Envia email caso as condições de perigo permaneçam por muito tempo



Melhorias futuras

- Implementação de uma bateria e análise de gasto energético
- Possível troca do MCU ou sensores para outros com menor consumo
- Interface do Node-RED com o InfluxDB
- Estruturação das mensagens em JSON

Contato

E-mail: vitorengers@gmail.com

UFSC
Joinville