

# **Uma Abordagem Colaborativa para a Avaliação de Sensores em Ambientes de Internet das Coisas**

---

Jônatas Ribeiro Senna Pires

27 de junho de 2019

Apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Computação  
Orientadora: Prof.a Dr.a Maristela Terto de Holanda

Departamento de Ciência da Computação  
Universidade de Brasília

# Estrutura da Apresentação

1. Contextualização
2. Objetivos
3. Sistema SenseHera
4. Construção do Ambiente IoT em Escala Reduzida
5. Resultados
6. Conclusão

# Contextualização

---

# Contextualização

- IoT consiste na interconexão de dispositivos sensitivos e atuadores com a finalidade de atingir um objetivo em comum [1].
- Permite que humanos e máquinas compreendam melhor o ambiente em que se encontram, mudando a forma com que os usuários lidam com as atividades do cotidiano [2].

# Contextualização

- Para lidar com o problema da dinamicidade dos dados, alguns autores propuseram uma abordagem colaborativa, fornecendo metadados para o sistema [3].
- Seguindo a ordenação lógica, estuda-se o dispositivo sensitivo anteriormente ao dado coletado.

# Objetivos

---

# Objetivo Geral

- Desenvolver o sistema SenseHera, um sistema colaborativo para avaliação de sensores em ambiente IoT, levando em consideração os dados coletados e as informações fornecidas pelos usuários.

# Objetivos Específicos

- Desenvolver um ambiente IoT em escala reduzida para teste de conceito
- Desenvolver o SenseHera
- Desenvolver um módulo que realize a avaliação da qualidade dos sensores utilizando:
  - Os dados coletados pelos sensores
  - As informações fornecidas pelos usuários

# Sistema SenseHera

---

## Visão Geral

O SenseHera é um sistema web com as funcionalidades para:

- Gestão dos dados produzidos pelos sensores conectados ao ambiente IoT
- Intermediar os usuários e os dados coletados
- Permitir a colaboração por parte dos usuários
- Calcular uma pontuação de qualidade para cada sensor

# Requisitos

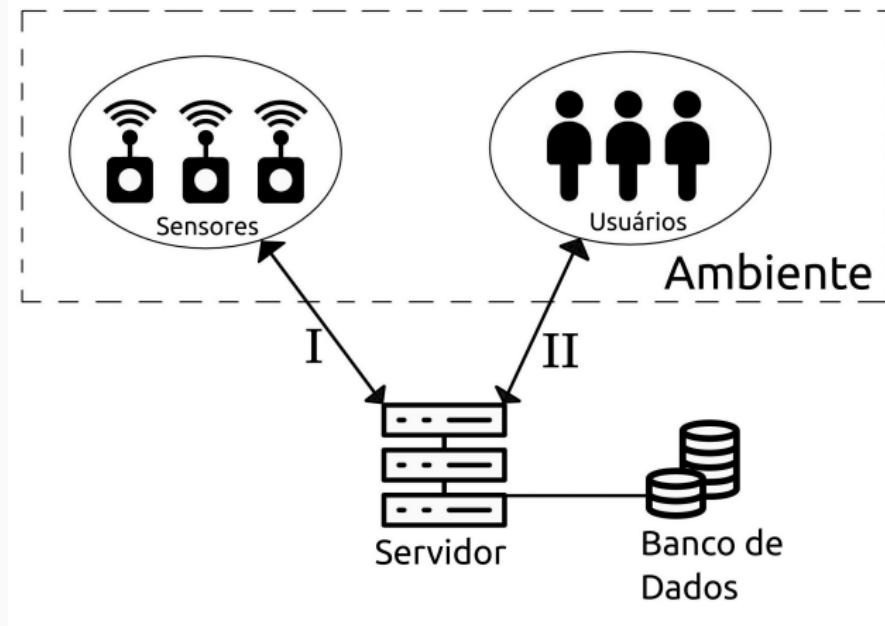
São os requisitos do sistema:

- Funcionar em ambientes de baixa capacidade computacional
- Armazenar informações coletadas por sensores
- Apresentar as informações dos sensores de forma simplificada ao usuário
- Escalabilidade e facilidade para adição de sensores
- Permitir o envio de informações sobre fatos e sensações do ambiente pelo usuário
- Baseado nos dados coletados pelos sensores e informações enviadas pelos usuários, calcular uma nota para os dispositivos sensitivos

# Funcionamento

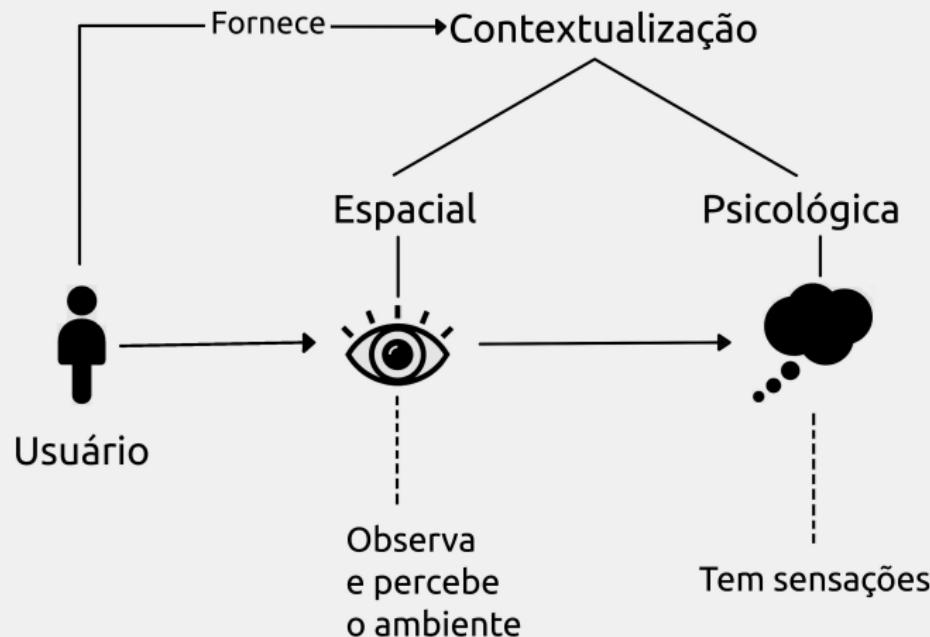
Idealização das interações:

- I: Troca de mensagens entre sensores e sistema
- II: Acesso às informações e colaboração por parte do usuário



# Funcionamento

Idealização da colaboração:



# Introdução

Neste trabalho foi desenvolvido:

- Hardware (dispositivos sensitivos)
- Software (sistema SenseHera)

# Servidor

Foi contratado um serviço online (Amazon Lightsail [4]) para hospedar o sistema, o qual possui as seguintes características:

- Processador de um núcleo
- 512 MB de memória RAM
- 20 GB de SSD para armazenamento.

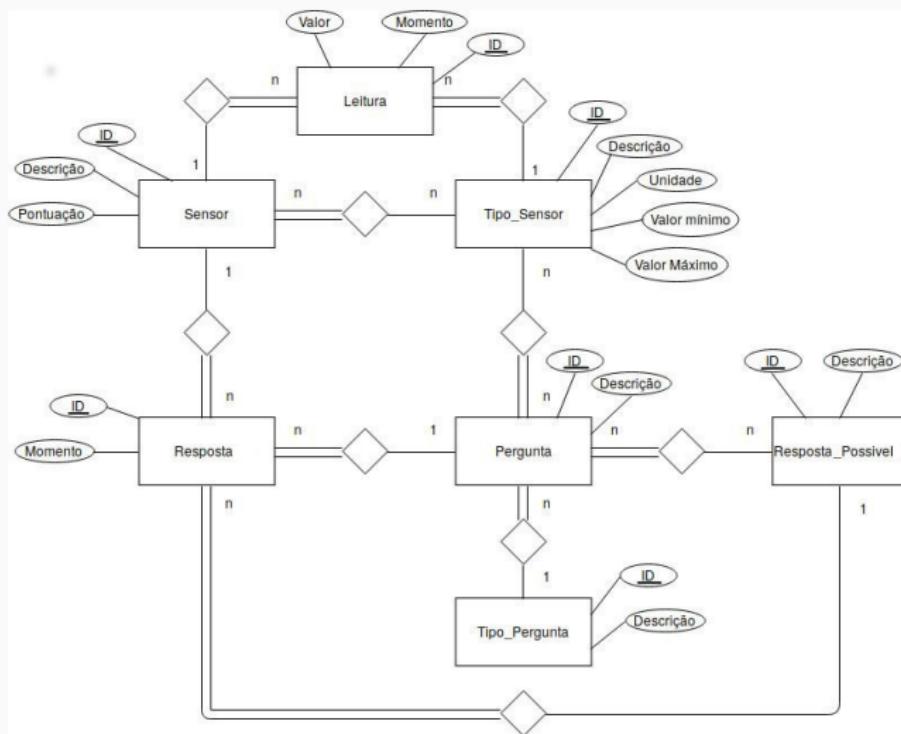
# Servidor

Neste servidor foram instaladas as seguintes ferramentas:

- SO Ubuntu 18.04
- Python 2.7
- Framework Django
- SGBD PostgreSQL
- Servidor HTTP Apache
- Git.

# Banco de Dados

Diagrama Entidade Relacionamento do sistema:



# Sistema de Pontuação

O sistema de pontuação pode:

- Modificar a pontuação por meio do cálculo da regularidade do sensor
  - Compara a média das últimas n leituras com a média das leituras referentes ao mesmo período do dia dos últimos m dias
- Aumentar a pontuação devido à colaboração do usuário
- Diminuir a pontuação por falta de disponibilidade

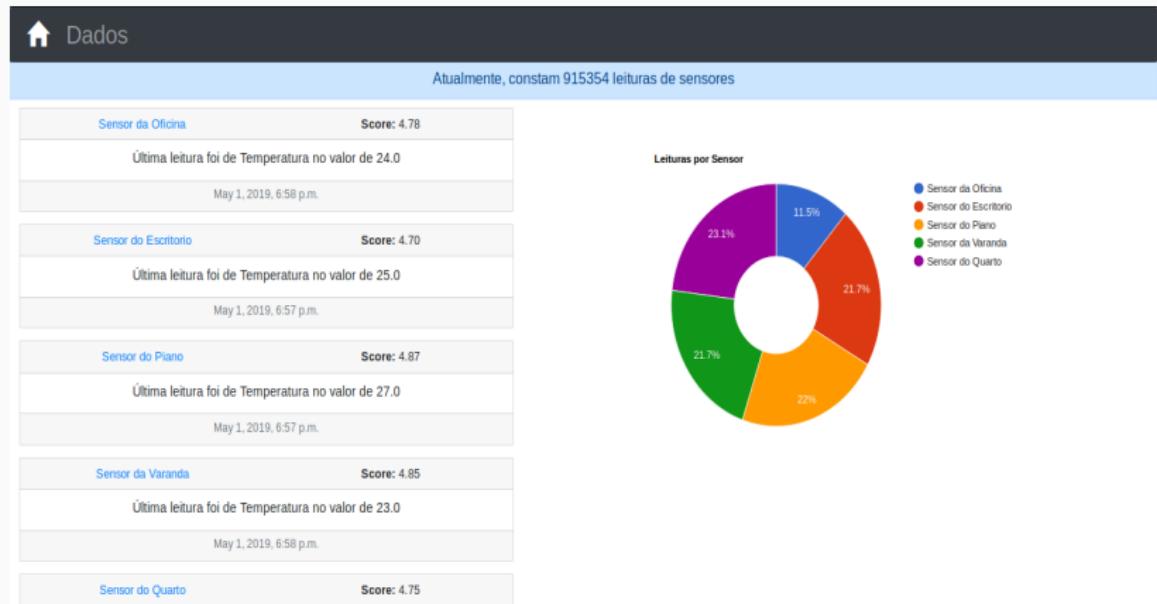
# Interface do Sistema - Página Inicial

Página inicial do sistema:

The screenshot shows a web page with a dark header bar. On the left of the header is a house icon, followed by the word "Dados". The main content area features a large title in bold black font: "Uma Abordagem Colaborativa para a Avaliação e Classificação de Sensores em ambientes IoT". Below the title is a paragraph of smaller text: "Este servidor foi montado para a execução do projeto final do aluno Jonatas Ribeiro Senna Pires, graduando na Universidade de Brasília." At the bottom of the page, there is a horizontal navigation bar with three blue buttons: "Texto e Apresentação de Slides", "Código do Servidor", and "Código dos Sensores".

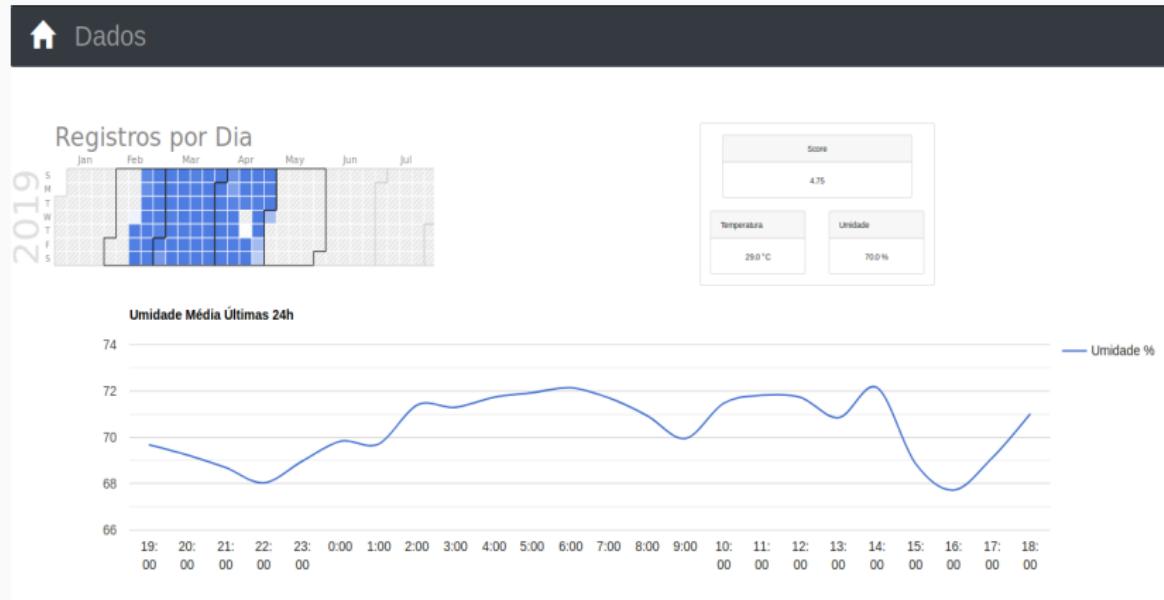
# Interface do Sistema - Página Principal

Página principal do sistema:



# Interface do Sistema - Página de Detalhes de um Sensor

Página de detalhes de um sensor:



# Interface do Sistema - Página de administração

Página de administração:

The screenshot displays the Django administration interface with three main sections:

- AUTHENTICATION AND AUTHORIZATION**: Contains links for Groups and Users, each with "Add" and "Change" buttons.
- DATA**: Contains links for Readings, Sensor kinds, and Sensors, each with "Add" and "Change" buttons.
- QUESTIONS**: Contains links for Answerss, Possible answerss, Question kinds, and Questionss, each with "Add" and "Change" buttons.

# **Construção do Ambiente IoT em Escala Reduzida**

---

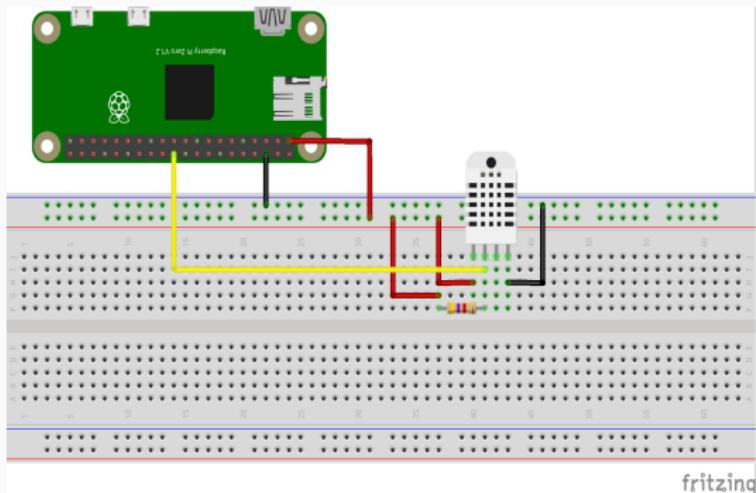
# Visão Geral

- Foram construídos cinco dispositivos sensitivos para a construção do ambiente IoT em escala reduzida.
- A construção foi necessária para possibilitar o teste de todas as funcionalidades do sistema.

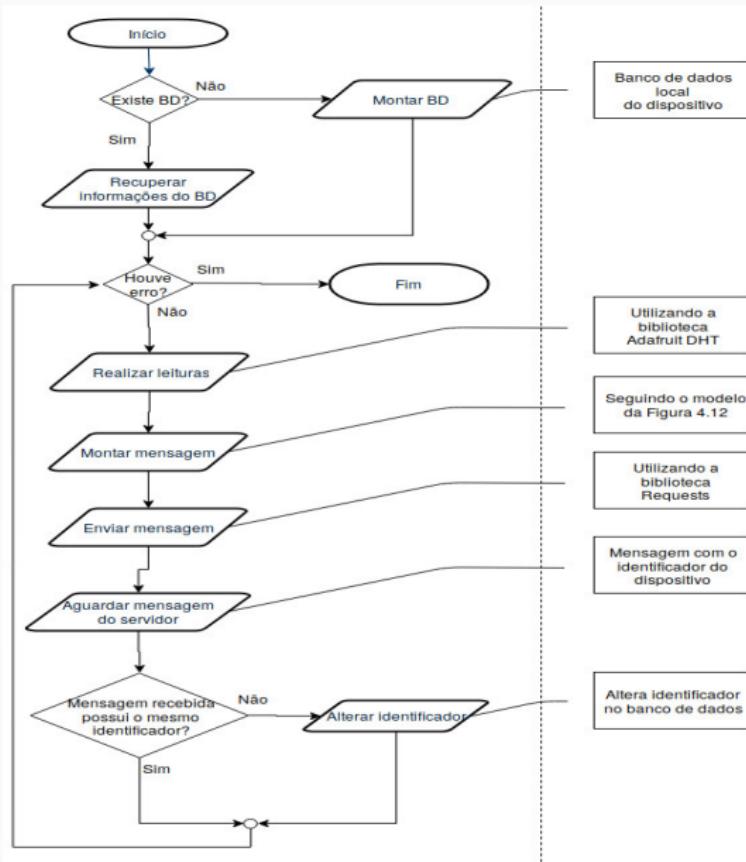
# Montagem dos Dispositivos Sensitivos

Foram utilizados os seguintes componentes:

- Raspberry Pi Zero W
- Sensor DHT 11



# Funcionamento dos Dispositivos Sensitivos



# Interação Sensor-Servidor

A interação tem início com o envio, por parte do dispositivo sensitivo, de uma mensagem JSON para o sistema.

```
{  
    "sensorID": ID,  
    "sensorKind": [ T1, T2, ..., Tn]  
    "value": [ V1, V2, ..., Vn]  
}
```

## Legenda:

**ID:** Código Identificador do Sensor

**Tn:** Descrição do Tipo de Sensor n

**Vn:** Valor da Leitura para o Tipo de Sensor n

# Interação Sensor-Servidor

A partir do recebimento da mensagem, as seguintes ações são realizadas pelo sistema:

- Verifica se o sensor já está cadastrado no sistema
  - Se estiver:
    - Armazena as leituras recebidas
    - Envia o identificador do sensor como meio de confirmação
  - Se não estiver:
    - Cria um objeto Sensor
    - Cria as novas categorias de sensor, caso não existam
    - Armazena as leituras recebidas
    - Envia o novo código identificador para o dispositivo

# Colaboração com o sistema

A colaboração basea-se na intenção do usuário em responder as perguntas propostas:



## Resultados

---

## Prova de Conceito - Adição de Dispositivos

Supondo a construção e configuração de um novo dispositivo, deseja-se verificar se o sistema é capaz de incluí-lo de forma simples e eficaz:

```
{  
  "sensorID": 0,  
  "sensorKind": [ "Temperatura", "Umidade"],  
  "value": [ 28, 75]  
}
```

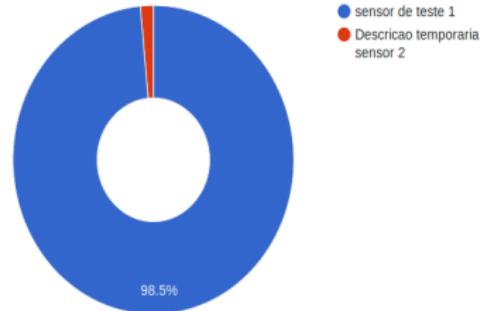
# Prova de Conceito - Adição de Dispositivos

Atualmente, constam 268 leituras de sensores

sensor de teste 1	Score: 0.00
Última leitura foi de Temperatura no valor de 24.0	
April 18, 2019, 11:21 a.m.	

Descrição temporária sensor 2	Score: 0.00
Última leitura foi de Temperatura no valor de 27.0	
June 6, 2019, 12:25 p.m.	

Leituras por Sensor



# Prova de Conceito - Inspeção dos Dados Coletados

É realizada a verificação do armazenamento das leituras enviadas por um dos sensores:

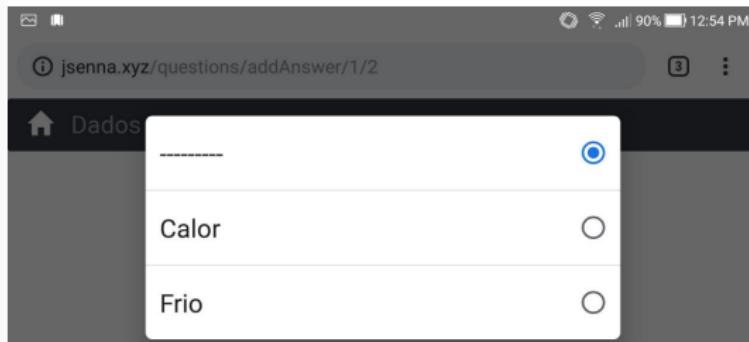
tccbd=> select * from data_reading where sensor_id=4 order by id desc limit 30;					
id	value	moment	sensor_id	sensorKind_id	
1391322	24	2019-06-09 15:32:20.735725+00	4	2	
1391321	67	2019-06-09 15:32:20.721001+00	4	1	
1391314	24	2019-06-09 15:31:19.607938+00	4	2	
1391313	68	2019-06-09 15:31:19.604808+00	4	1	
1391306	24	2019-06-09 15:30:18.570456+00	4	2	
1391305	70	2019-06-09 15:30:18.567605+00	4	1	
1391298	24	2019-06-09 15:29:17.517415+00	4	2	
1391297	71	2019-06-09 15:29:17.514716+00	4	1	
1391290	24	2019-06-09 15:28:16.49806+00	4	2	
1391289	71	2019-06-09 15:28:16.494513+00	4	1	
1391282	24	2019-06-09 15:27:15.441107+00	4	2	
1391281	69	2019-06-09 15:27:15.414971+00	4	1	
1391274	24	2019-06-09 15:26:14.357397+00	4	2	
1391273	68	2019-06-09 15:26:14.354556+00	4	1	
1391266	24	2019-06-09 15:25:13.312361+00	4	2	
1391265	70	2019-06-09 15:25:13.309366+00	4	1	
1391258	24	2019-06-09 15:24:12.222729+00	4	2	
1391257	71	2019-06-09 15:24:12.219791+00	4	1	
1391250	24	2019-06-09 15:23:11.196261+00	4	2	
1391249	71	2019-06-09 15:23:11.193194+00	4	1	
1391242	24	2019-06-09 15:22:10.15523+00	4	2	
1391241	69	2019-06-09 15:22:10.152402+00	4	1	

# Prova de Conceito - Simulação de Colaboração por um Usuário

Supondo que um usuário se depara com um dos QR-codes localizado próximo a um dos sensores:



# Prova de Conceito - Simulação de Colaboração por um Usuário



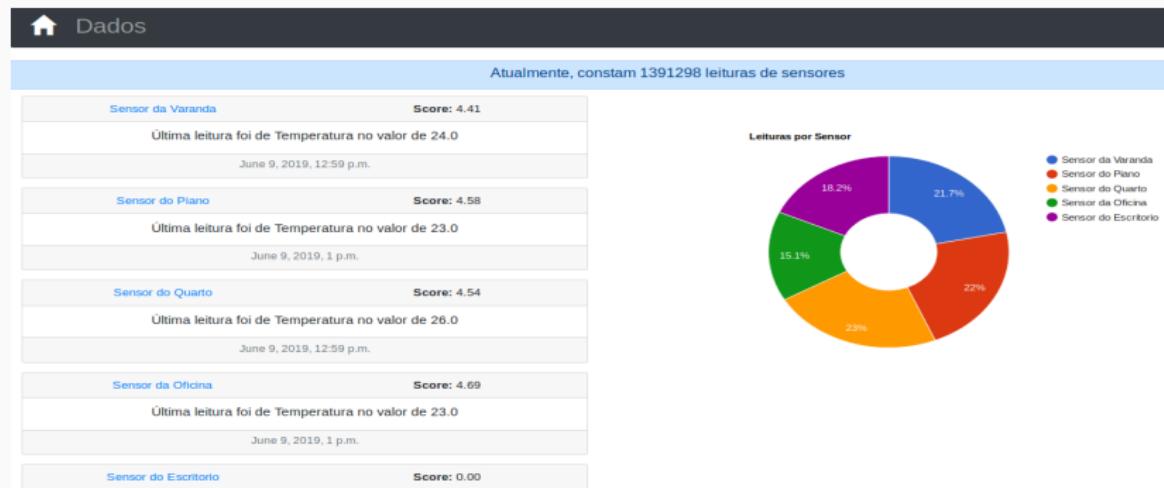
# Prova de Conceito - Simulação de Colaboração por um Usuário

```
tccbd=> select * from questions_answers where moment>='2019-06-09';
+-----+-----+-----+-----+
| id | moment | answer_id | question_id | sensor_id |
+-----+-----+-----+-----+
| 12 | 2019-06-09 19:51:16.684186+00 | 4 | 2 | 1
| 13 | 2019-06-09 19:51:57.377338+00 | 1 | 3 | 1
| 14 | 2019-06-09 19:52:21.162385+00 | 2 | 4 | 1
| 15 | 2019-06-09 19:52:36.561924+00 | 2 | 4 | 1
| 16 | 2019-06-09 19:52:58.469713+00 | 1 | 1 | 1
| 17 | 2019-06-09 19:53:12.713654+00 | 1 | 3 | 1
(6 rows)

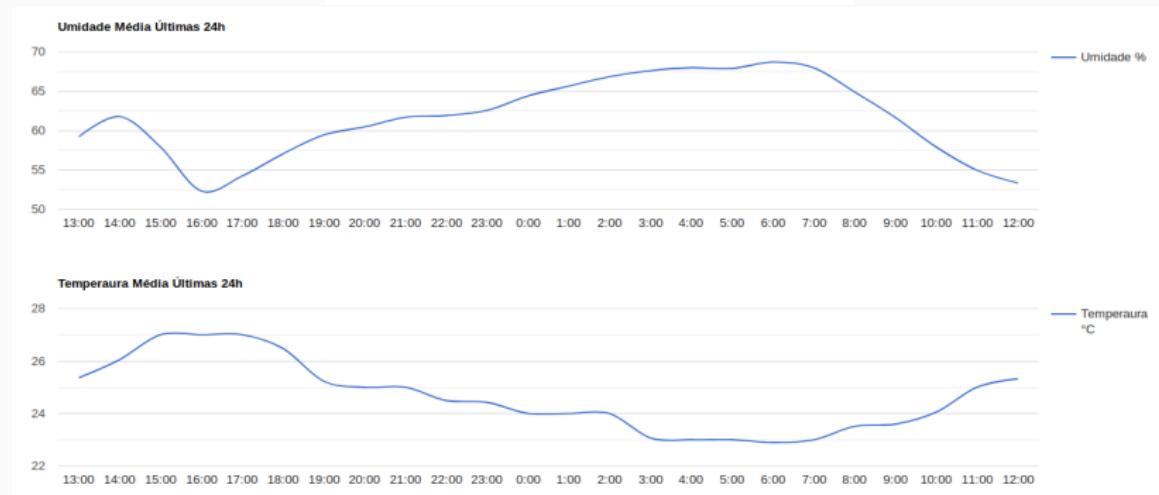
tccbd=>
```

# Prova de Conceito - Utilização do Sistema

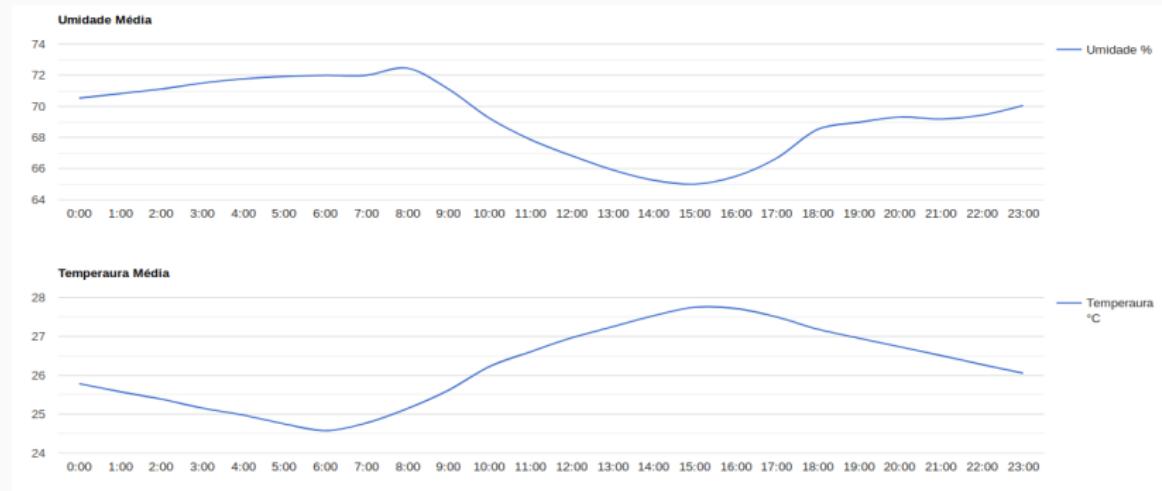
Supondo um usuário interessado em acessar as informações contidas no sistema:



# Prova de Conceito - Utilização do Sistema



# Prova de Conceito - Utilização do Sistema



## Teste Comparativo - Visão Geral

- O período considerado foi do dia 12/02/2019 ao dia 17/05/2019 (95 dias). Durante esse intervalo foram coletados 1.091.516 leituras.
- Para a comparação com a métrica implementada pelo sistema, foi utilizada a *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) [5].
- Para o cálculo da OEE, é preciso calcular três elementos: Disponibilidade, Produtividade e Qualidade.

## Teste Comparativo - OEE - Disponibilidade

A disponibilidade é a razão entre o tempo de funcionamento útil e o tempo de funcionamento total. Considera-se um dia útil o dia em que foram armazenadas mais do que a metade do total de leituras esperadas por dia:

Sensor	Número de dias em funcionamento (N)	Tempo útil em dias (U)	Tempo de não funcionamento em dias (I)	Disponibilidade (D)
Oficina	53	49	4	92,45%
Escritório	95	89	6	93,68%
Quarto	95	93	2	97,89%
Varanda	95	87	8	91,57%
Piano	95	89	6	93,68%

# Teste Comparativo - OEE - Produtividade

A Produtividade de um equipamento é dada pela razão entre a quantidade produzida e a quantidade esperada:

Sensor	Número de dias em funcionamento (N)	Número de leituras (L)	Número de leituras esperado (E)	Disponibilidade (D)
Oficina	53	140754	152640	92,21%
Escritório	95	233500	273600	85,34%
Quarto	95	246550	273600	90,11%
Varanda	95	233722	273600	85,42%
Piano	95	236990	273600	86,62%

## Teste Comparativo - OEE - Qualidade

Neste trabalho não foi verificada a qualidade do dado produzido. Entretanto para que fosse possível calcular a OEE, a Qualidade foi considerada 100%.

# Teste Comparativo - OEE

Multiplicando os três elementos, obtêm-se a OEE:

Sensor	Disponibilidade (D)	Produtividade (P)	Qualidade (Q)	OEE
Oficina	92,45%	92,21%	100%	85,24%
Escritório	93,68%	85,34%	100%	79,94%
Quarto	97,89%	90,11%	100%	88,20%
Varanda	91,57%	85,42%	100%	78,22%
Piano	93,68%	86,62%	100%	81,15%

# Teste Comparativo - OEE vs SenseHera

Comparação entre OEE e SenseHera:

Sensor	OEE	Pontuação Calculada
Oficina	85,24%	88%
Escritório	79,94%	84,4%
Quarto	88,20%	89%
Varanda	78,22%	83,6%
Piano	81,15%	85,7%

## Conclusão

---

# Conclusão

Este trabalho apresentou:

- O desenvolvimento de sistema SenseHera
- A construção de um ambiente IoT em escala reduzida
- O teste comparativo entre o sistema implementado e uma métrica utilizada na indústria.

# Trabalhos Futuros

Os temas a seguir tratam sobre trabalhos futuros:

- Implementação do sistema utilizando bancos de dados NOSQL
- Associar as informações fornecidas pelos usuários aos registros dos sensores por meio de metadados
- Implementação de uma ontologia para fornecer semântica aos dados
- Permitir o envio de informações mais complexas aos sensores.

## Referências i

- [1] D. Giusto, “A. Iera, G. Morabito, L. Atzori (eds.) *The Internet of Things*,” 2010.
- [2] G. M. Luigi Atzori, Antonio Iera, “The internet of things: A survey,” *Computer networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [3] U. et al. Hassan, “A collaborative approach for metadata management for internet of things,” *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing*, pp. 593–598, 2013.
- [4] “Amazon lightsail.”  
<https://aws.amazon.com/pt/lightsail/>.  
**Acessado em: 2019-05-23.**

## Referências ii

- [5] P. Muchiri and L. Pintelon, "Performance measurement using overall equipment effectiveness (oee): literature review and practical application discussion," *International journal of production research*, vol. 46, no. 13, pp. 3517–3535, 2008.

Obrigado!

