



# Desenvolvimento de amostras cerâmicas à base de cobalto para aplicações espaciais

Bolsista: Kaic André Tosta Siqueira

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Medeiros Gama

Período: Agosto de 2019 a Julho de 2020

# Sumário

- Objetivos
- Introdução
- Materiais e Métodos
- Resultados e Discussão
- Conclusões
- Agradecimentos

# Objetivos

- Desenvolvimento de uma hexaferrita do tipo Z;
- Adição de  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  e diminuição de  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ;
- Análise das características microestruturais.

# Introdução

- Desde a década de 1950 , observar-se um maior interesse em ferritas hexagonais;
- Infinitude de aplicações;
- Quantidade  $\text{Co}_2\text{O}_3$  e  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  no Brasil.

# Materiais e Métodos

- Processamento do material;
- Amostras processadas com estequiometria  
 $\text{Ba}_3\text{Nb}_{(2-\alpha)}\text{Co}_\alpha\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$

# Materiais e Métodos

		Massa (g)			
	Estequiometria	BaCO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Amostra 1	Ba <sub>3</sub> Nb <sub>2</sub> Fe <sub>24</sub> O <sub>41</sub>	6,40	20,72	0,00	2,87
Amostra 2	Ba <sub>3</sub> Nb <sub>1,5</sub> Co <sub>0,5</sub> Fe <sub>24</sub> O <sub>41</sub>	6,46	20,91	0,45	2,17
Amostra 3	Ba <sub>3</sub> Nb <sub>1</sub> Co <sub>1</sub> Fe <sub>24</sub> O <sub>41</sub>	6,52	21,10	0,91	1,46
Amostra 4	Ba <sub>3</sub> Nb <sub>0,5</sub> Co <sub>1,5</sub> Fe <sub>24</sub> O <sub>41</sub>	6,58	21,30	1,38	0,74
Amostra 5	Ba <sub>3</sub> Co <sub>2</sub> Fe <sub>24</sub> O <sub>41</sub>	6,64	21,50	1,86	0,00

Tabela 1. Massa da matéria-prima utilizada para o processamento de cada estequiometria.

# Materiais e Métodos

- Microscopia óptica;
- Difração de raios X;
- Microscopia eletrônica de varredura.

# Resultados e Discussão

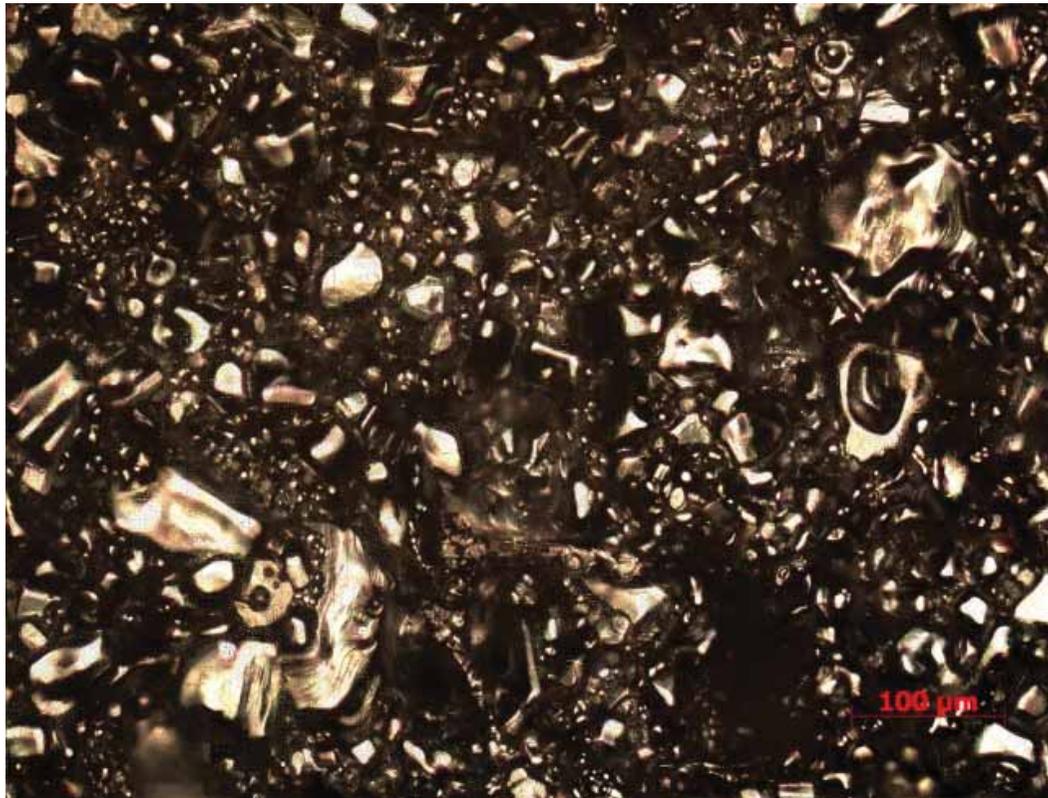


Figura 1. Microscopia óptica – Amostra 1 com aumento de 100x

# Resultados e Discussão

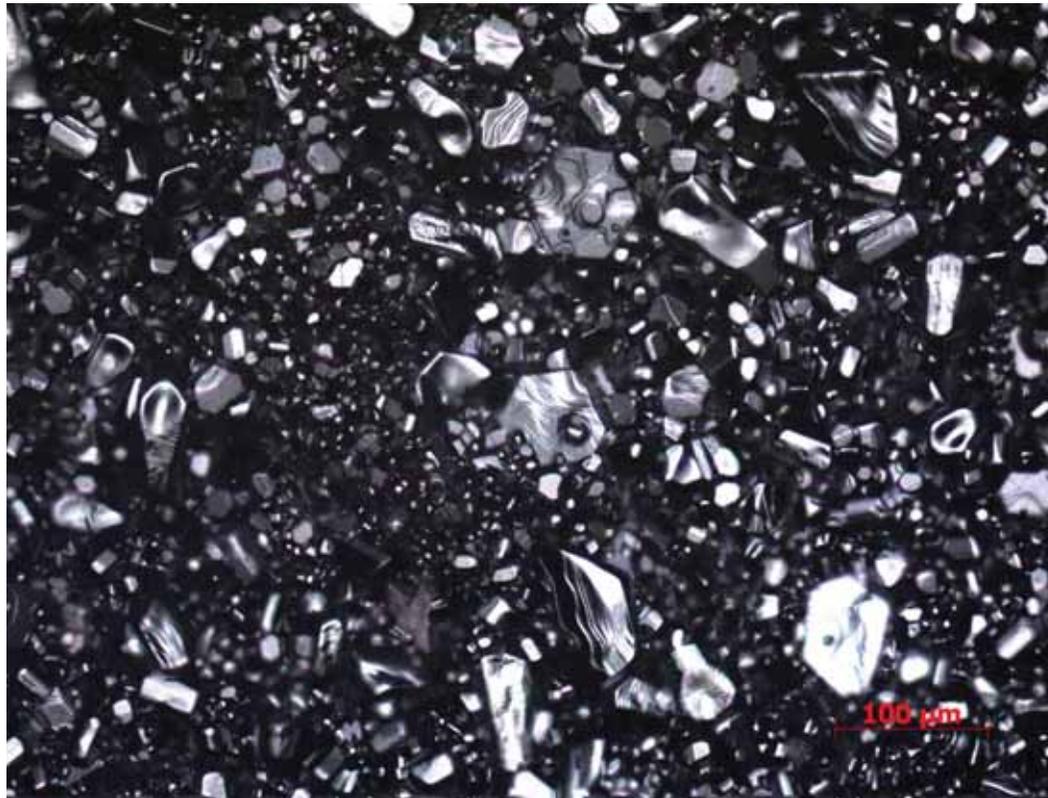


Figura 2. Microscopia óptica – Amostra 2 com aumento de 100x

# Resultados e Discussão

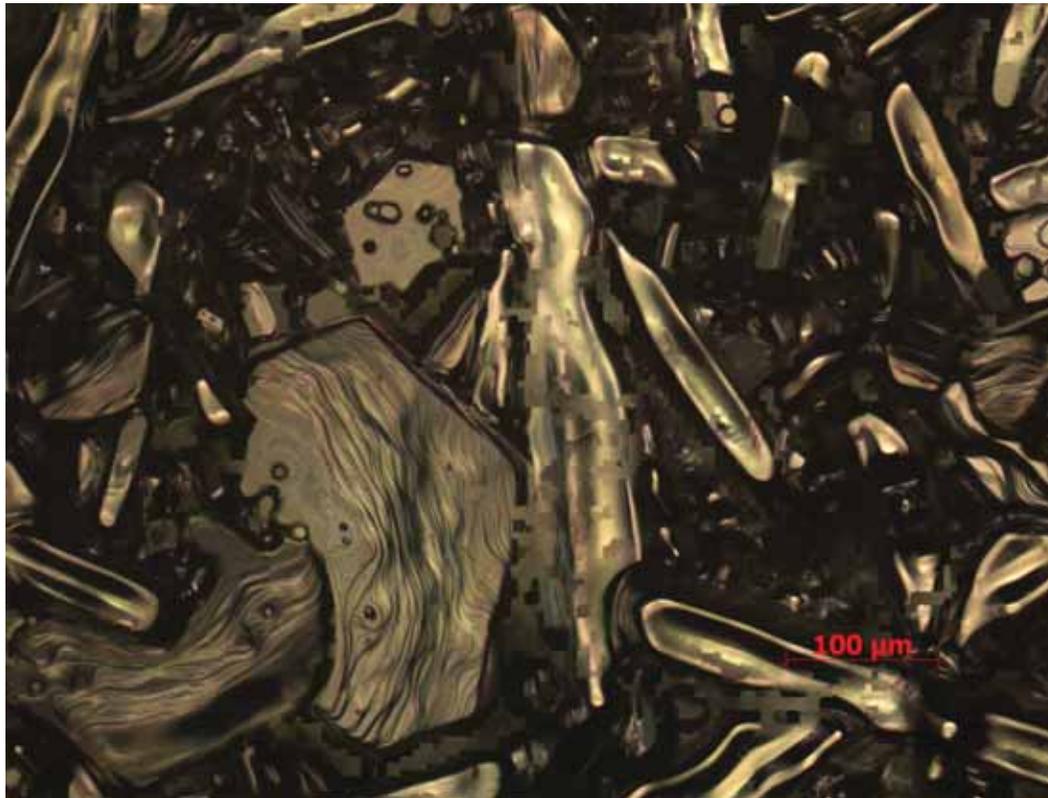


Figura 3. Microscopia óptica – Amostra 3 com aumento de 100x

# Resultados e Discussão

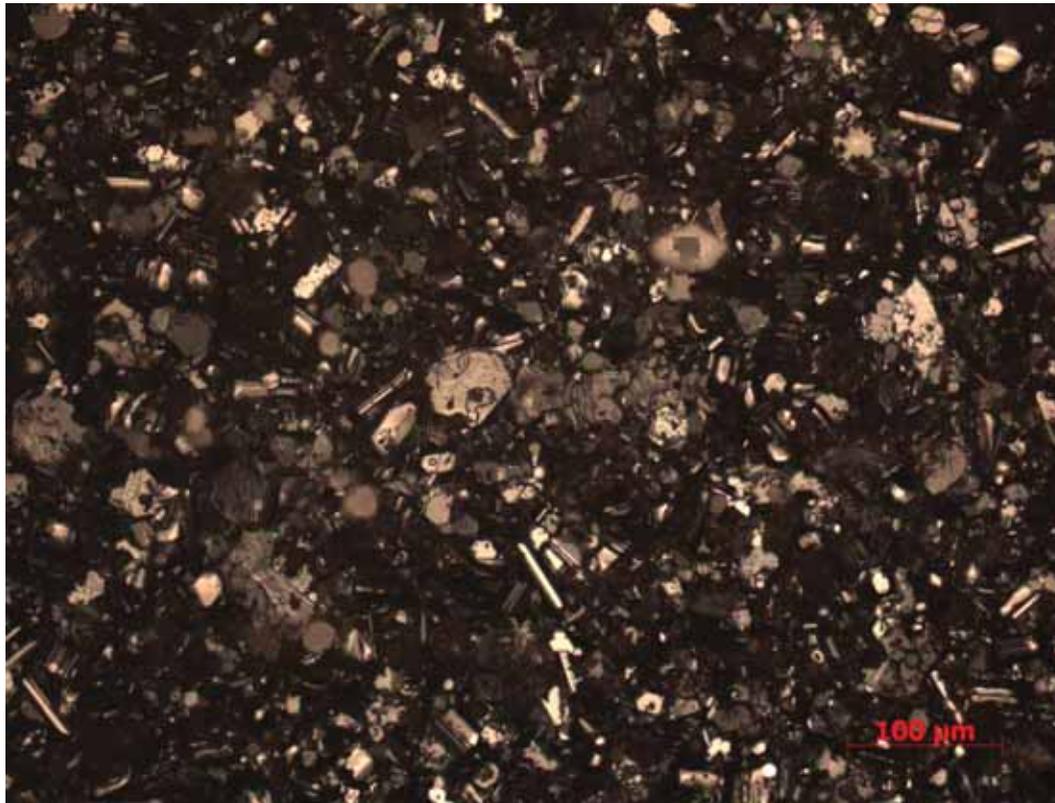


Figura 4. Microscopia óptica – Amostra 4 com aumento de 100x

# Resultados e Discussão

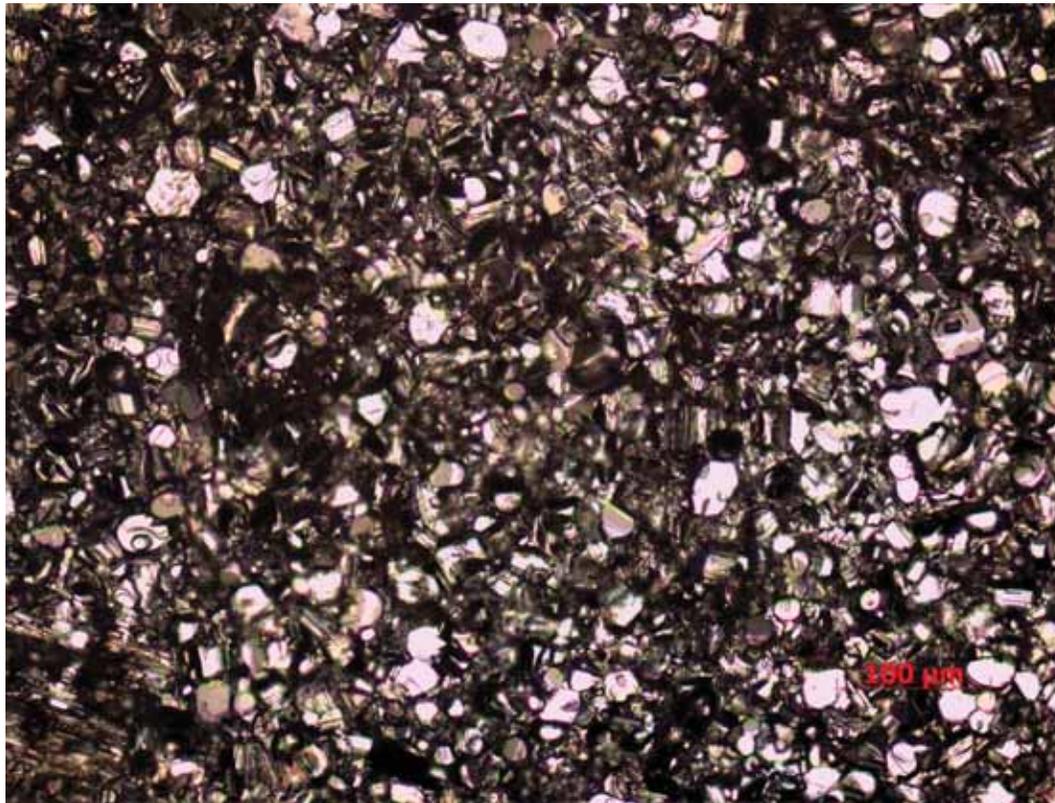


Figura 5. Microscopia óptica – Amostra 5 com aumento de 100x

# Resultados e Discussão

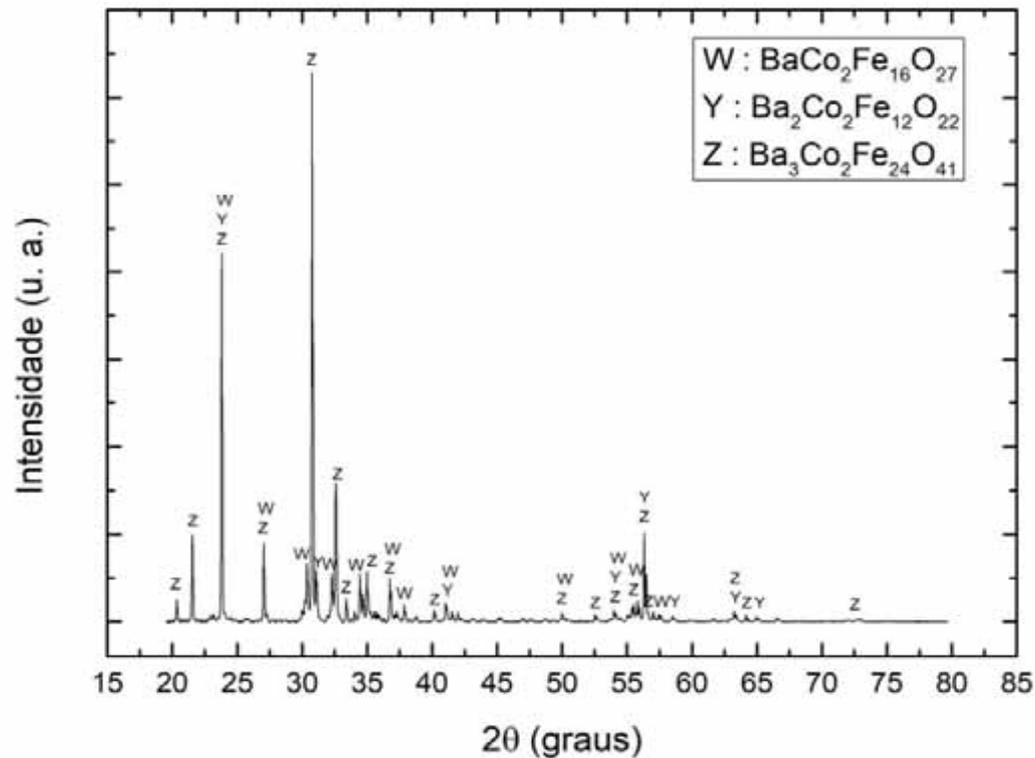


Figura 6. Difratoograma de raios X da amostra 5 tendo picos das 3 fases identificados.

# Resultados e Discussão

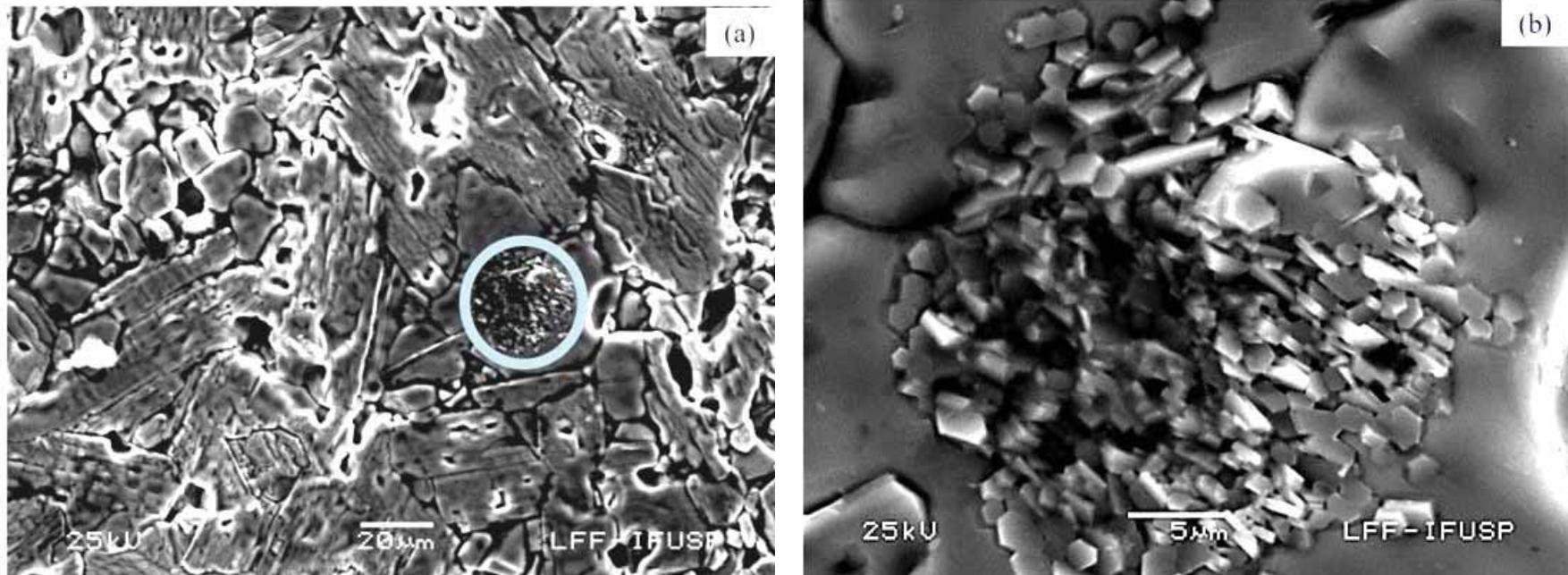


Figura 7. Microscopia eletrônica de varredura da amostra 5 (a) aumento de 200  $\mu\text{m}$  e (b) aumento de 5  $\mu\text{m}$  da área demarcada pelo círculo, onde uma região de alta pressão ocasionou a formação de vários cristais hexagonais

# Conclusões

- Tamanho e uniformidade dos grãos em cada estequiometria tendo como base:  
 $\text{Ba}_3\text{Nb}_{(2-\alpha)}\text{Co}_\alpha\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ ;
- Análise de DRX apresenta: 61,93% de  $\text{Co}_2\text{Z}$ , 37,85% de  $\text{Co}_2\text{W}$  e 0,22% de  $\text{Co}_2\text{Y}$ .
- Análise por MEV

# Agradecimentos

- IAE pela infraestrutura laboratorial.
- CNPq pelo apoio financeiro.
- IEAv pelo auxílio com as análises.

# Compósitos de quitosana e derivado de grafeno obtido por esfoliação eletroquímica.

Bolsista: Kauê Filipe Ribeiro.

Orientador: Dr.Emerson Sarmiento.

Período: Agosto 2019 a Julho 2020

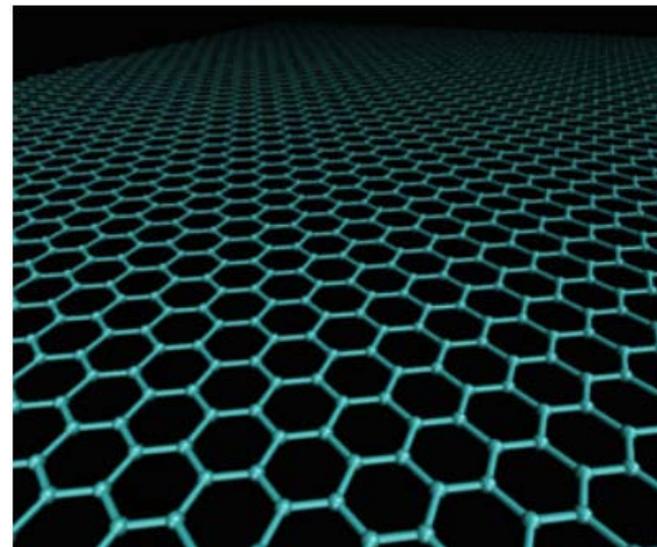
# Objetivos

---

- ✓ Síntese eletroquímica de grafeno (EEG) com otimização do consumo de reagentes e baixa produção de rejeitos comparada aos métodos tradicionais;
- ✓ Produção de compósitos contendo EEG e suas caracterizações;

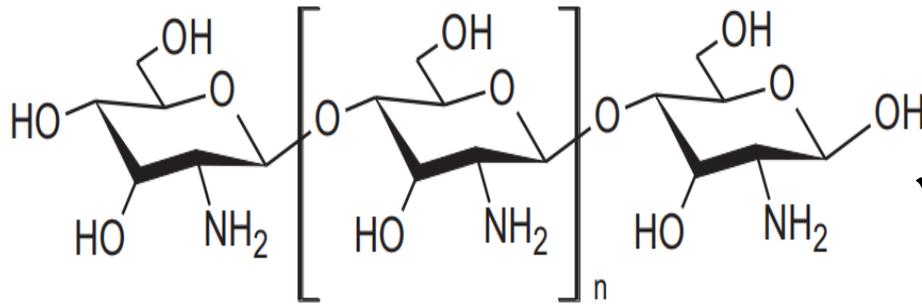
# Introdução

- ✓ Monocamada de átomos de carbono, hibridização  $sp^2$ ;
- ✓ Método tradicional - Hummers;
- ✓ Esfoliação eletroquímica é um método promissor;
- ✓ Minimização dos defeitos.



Fonte: Chem. Soc. Rev. 47, 3899 (2018)

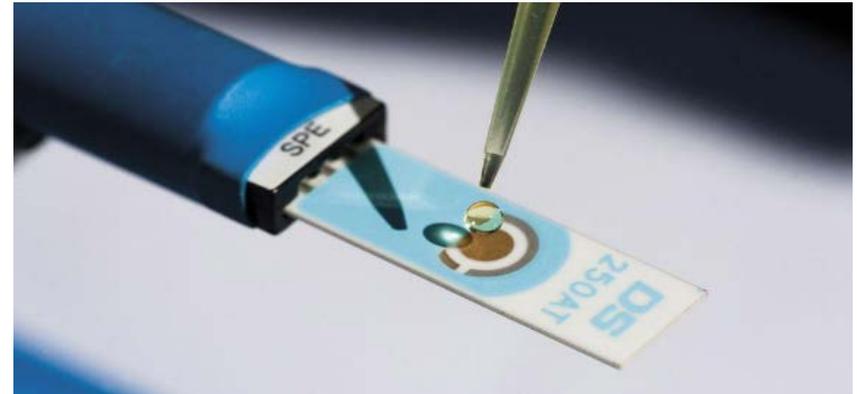
# Introdução



Fonte: FANG, 2015.

- ✓ Diversas aplicações;
- ✓ Biossensores;
- ✓ Ferramentas poderosas para prevenção de guerras biológicas.

- ✓ Quitosana é um biopolímero abundante;
- ✓ Como material funcional oferece um conjunto único de características.



Fonte: Biossensores na medicina. Revista FAPESP, 258 ed., São Paulo, 2017.

# Materiais e Métodos

## ***Obtenção do compósito Quiotosana + rGO***

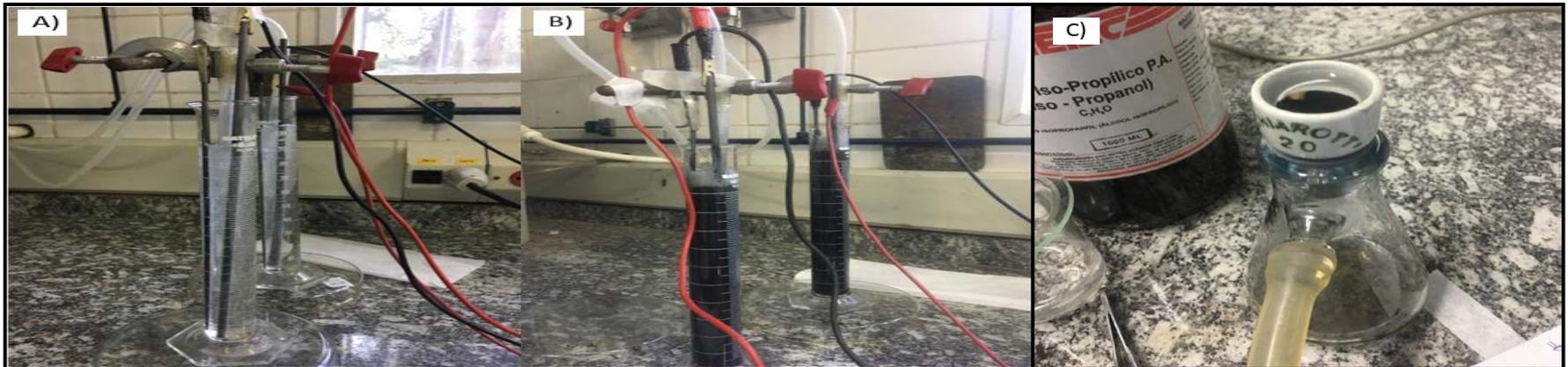
- ✓ 0,6% de rGO foi adicionado um hidrogel de quitosana na concentração de 10mg / mL;
- ✓ As amostras foram submetidas a alta sonificação por 2h;
- ✓ A dispersão foi vertida sobre placas de vidro e deixada secar em forno ventilado a 60 ° C por 24 h



# Materiais e Métodos

## **Obtenção de EEG**

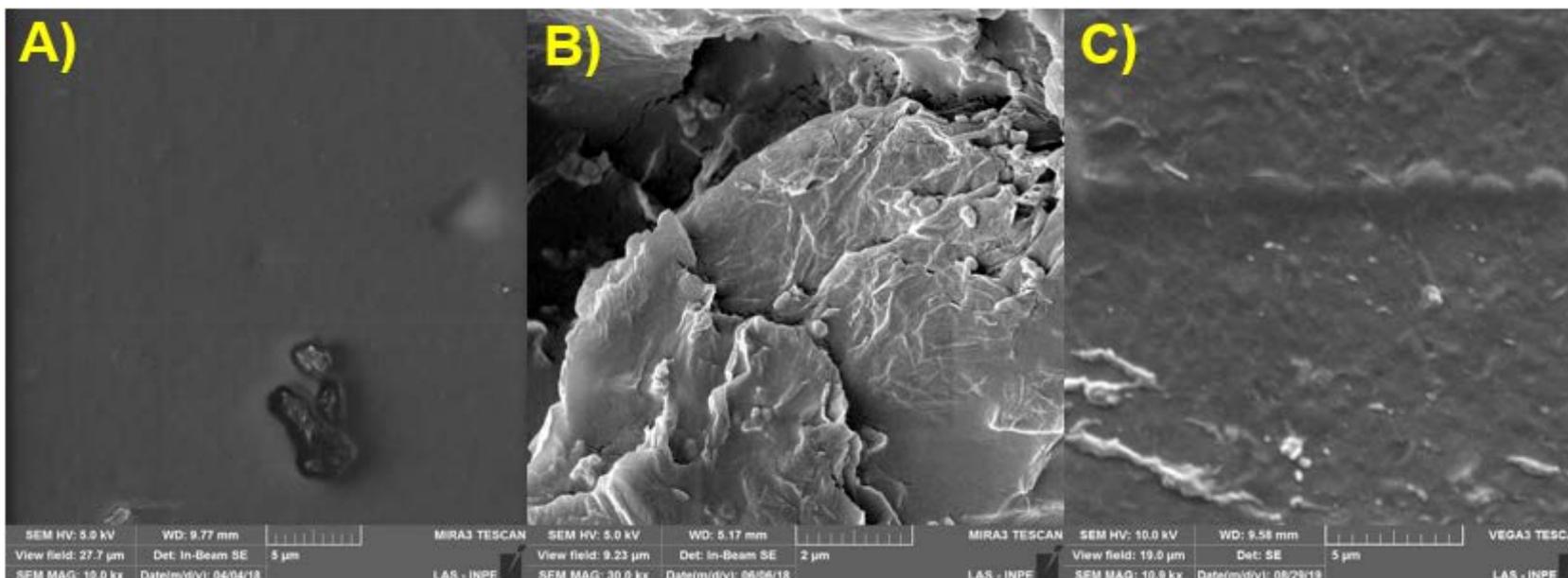
- ✓ Configuração de dois eletrodos;
- ✓ Solução mista de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  0,1M (70:30)%;
- ✓ Tensão de 10V;
- ✓ Filtração a vácuo;
- ✓ Estufa 1 hora a 65°C.



Síntese eletroquímica do grafeno (A e B), posteriormente filtração (C).

# Resultados

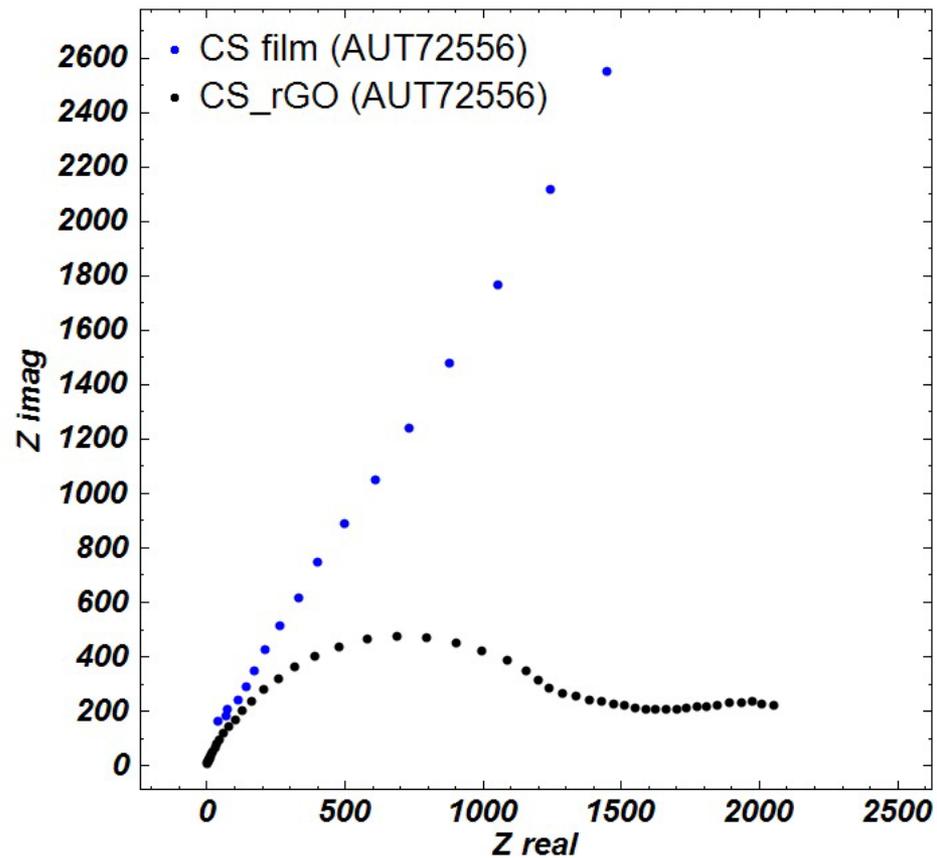
## FEG – Cs\_rGO



Imagens FEG – A) quitosana pura; B) Grafeno; C) Compósito.

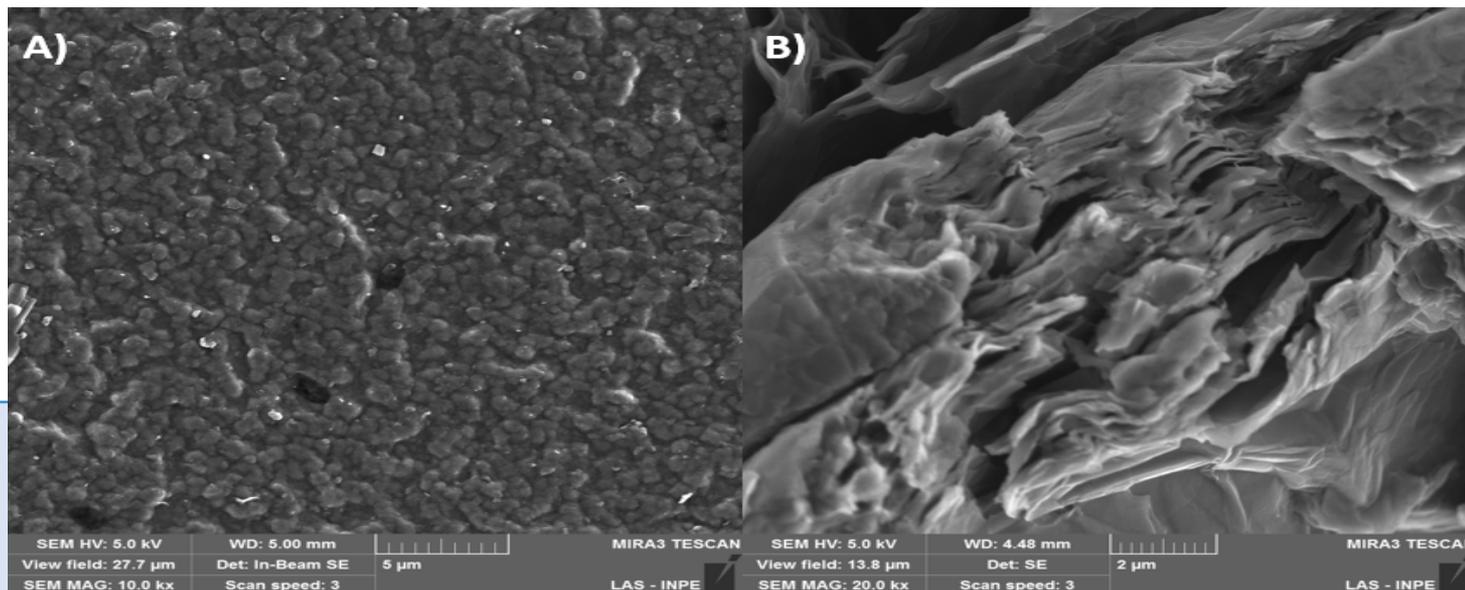
# Resultados

## *EIS – Cs\_rGO*



# Resultados

## FEG - EEG



**A)**  
Aumento de 10.000x.  
Imagem frontal.  
Poros rugosos.

**B)**  
Aumento de 20.000x.  
Início da separação das lamelas.  
Sob o filtro.  
Pequenos espaçamentos.

# Resultados

## RAMAN - EEG

### GC

1520  $\text{cm}^{-1}$  (banda G):  
Grau de grafitação.

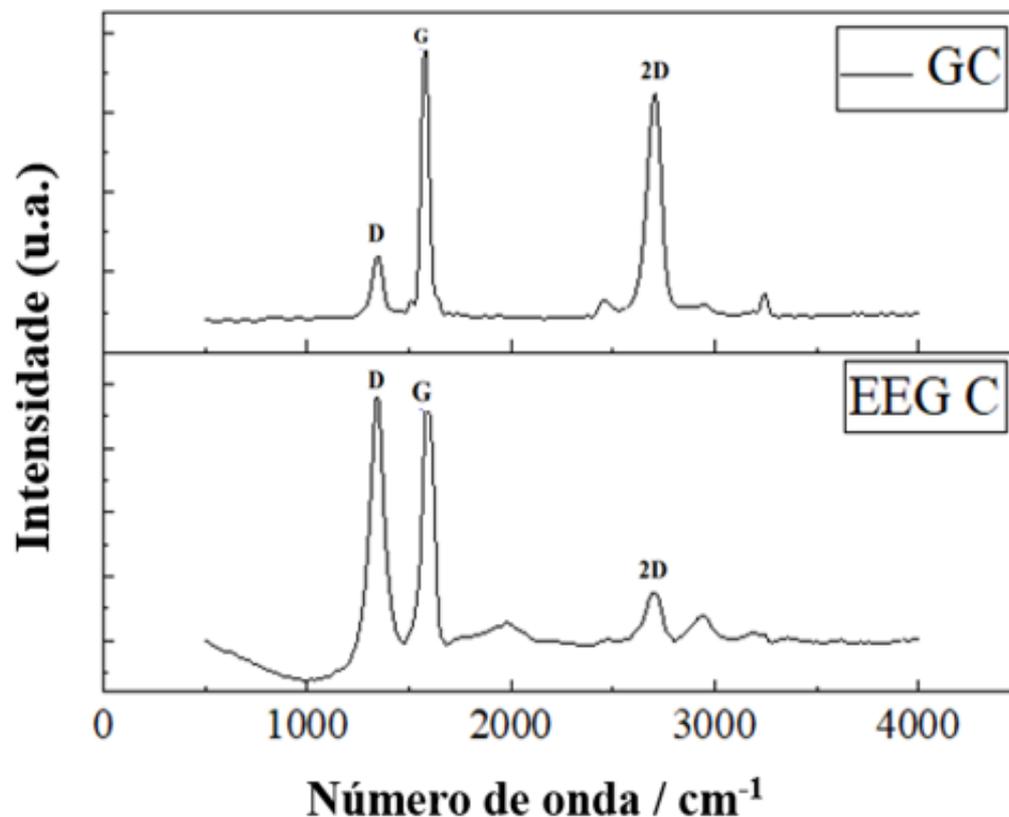
2550  $\text{cm}^{-1}$  (banda 2D):  
Organização estrutural.

### EEG C

1350  $\text{cm}^{-1}$  (banda D):  
quantidade de defeitos.

1580  $\text{cm}^{-1}$  (banda G):  
Grau de grafitação.

2700  $\text{cm}^{-1}$  (banda 2D):  
Organização estrutural.



# Conclusões

---

- ✓ O EEG obtido aproxima-se estruturalmente ao rGO;
- ✓ Filmes Cs\_rGO apresentaram menor impedância;
- ✓ Filmes Cs\_EEG continuam em confecção e serão apresentados posteriormente.

# Conclusões

---

- ✓ Obter filmes Cs\_EEG e caracteriza-los;
- ✓ Testes sensoriais dos filmes Cs\_rGO já obtidos.

# Prêmios e Publicações

---

- Artigo aceito na revista Material Chemistry and Physics.

Title: “Influence of swelling level on charge transmissions of chitosan and reduced graphene oxide films electrodes”

# Agradecimentos



# Análise dinâmica de um dispositivo de ensaio de vibrações

Bolsista: Leonardo Henrique Silva Missio

Orientador: Carlos d'Andrade Souto

Período: Janeiro de 2019 a Dezembro de 2020

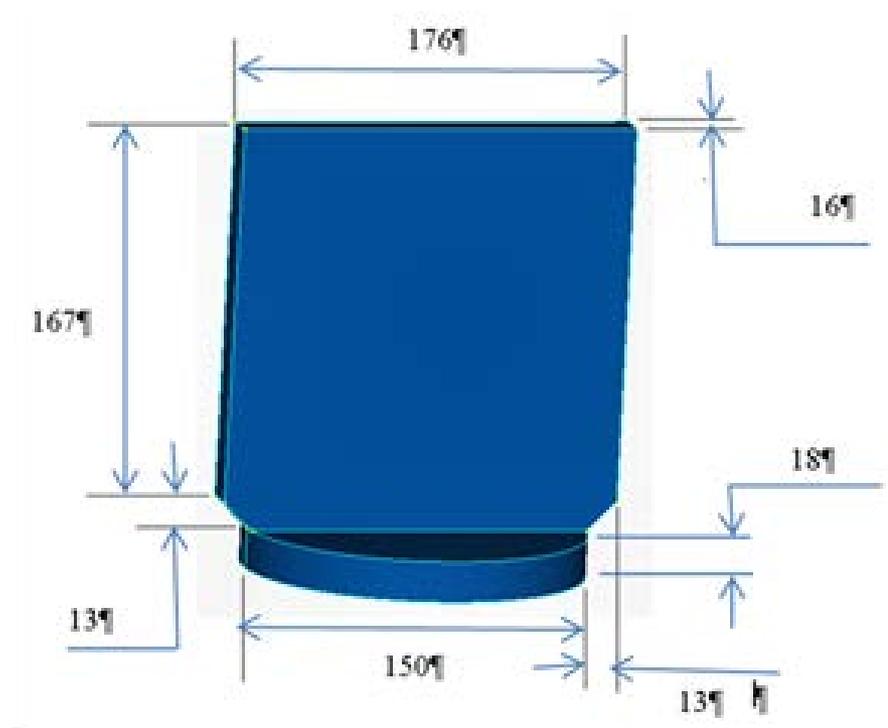
# Objetivos

- Avaliar o comportamento dinâmico de um dispositivo de vibração

# Introdução

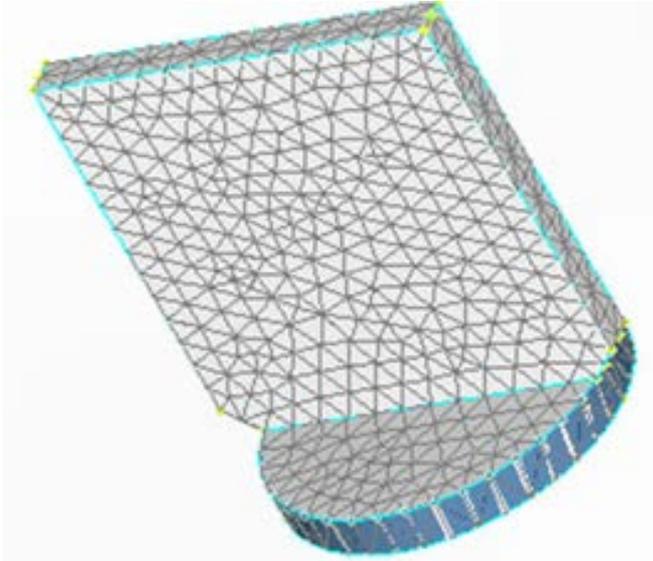


Dispositivo analisado

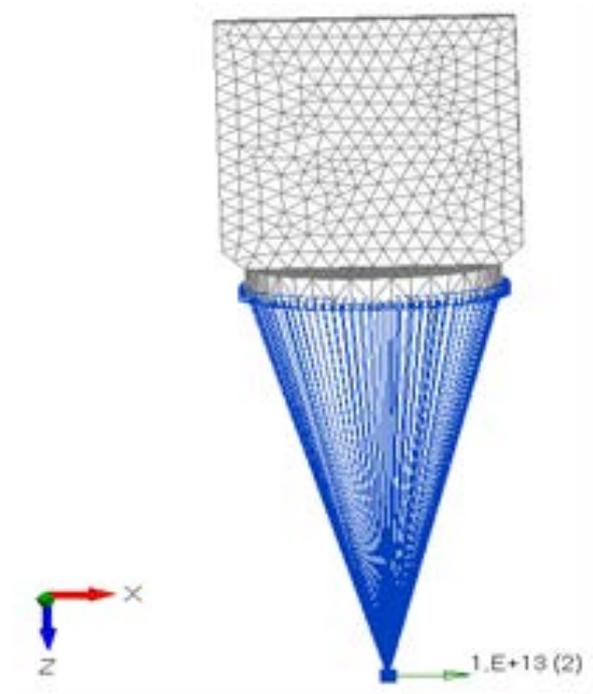


Dimensões [mm]

# Introdução



Malha usada  
Elementos sólidos  
(tetraedros de 2ª ordem)  
4386 elementos e 7745 nós



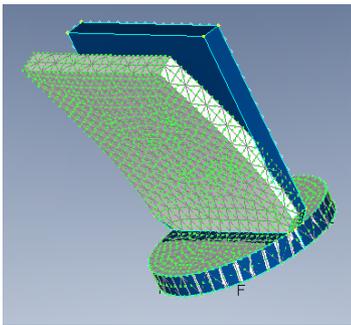
Detalhe da massa pontual  
com a força aplicada  
("Large mass method")

# Materiais e Métodos

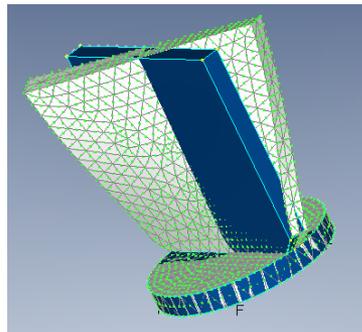
- Para a realização deste estudo utilizou-se o software de elementos finitos FEMAP para calcular:
  - Os 10 primeiros modos de vibração do dispositivo
  - A resposta de vários pontos do dispositivo a uma aceleração aplicada à base (conectada à massa pontual – “Large mass method”)

# Resultados

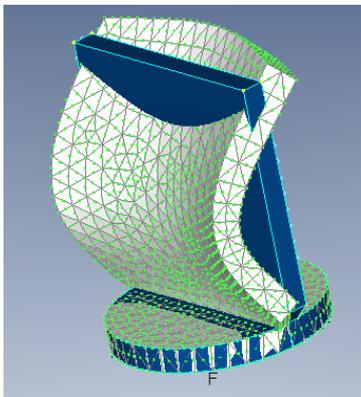
## Formas modais



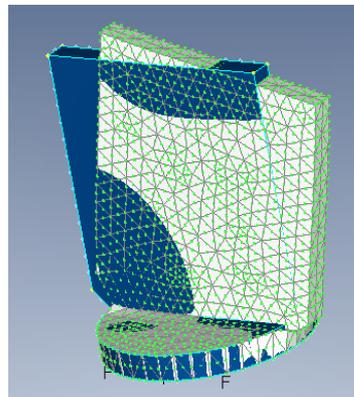
Modo 1 403,23 Hz



Modo 2 968,13 Hz

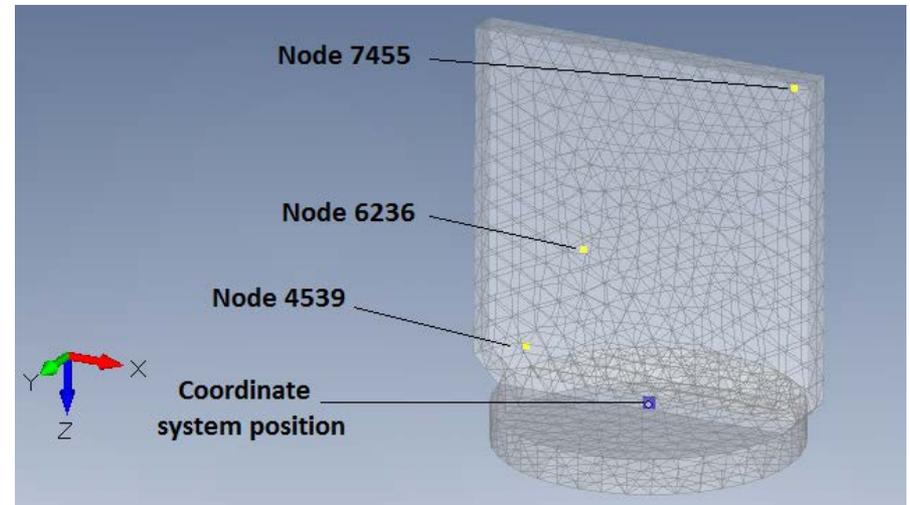


Modo 3 2387,02 Hz



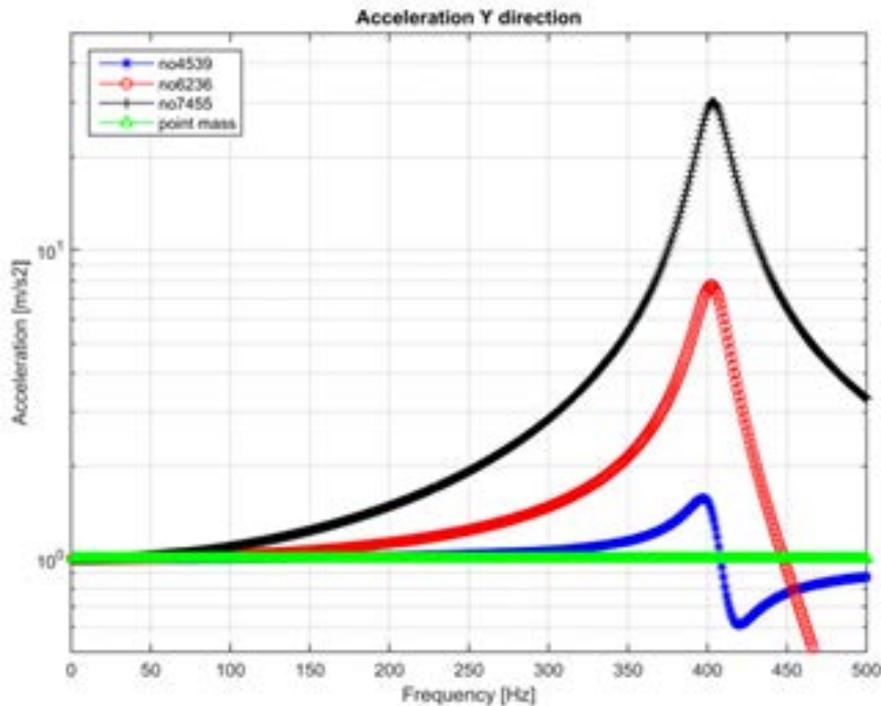
Modo 4 2462,30 Hz

## Resposta em frequência

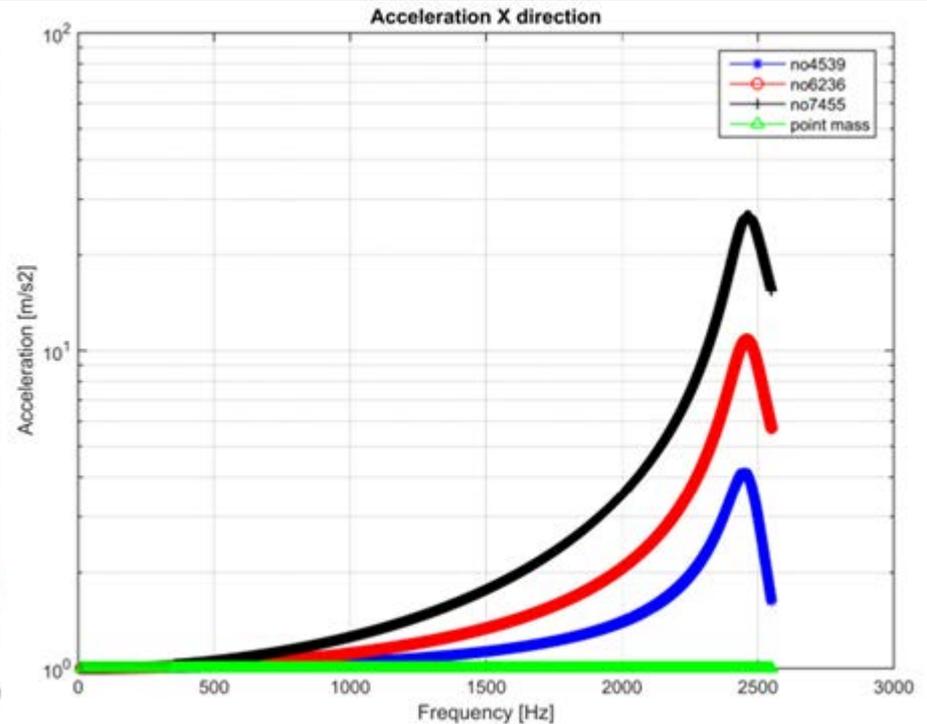


Nós onde a resposta dinâmica foi calculada

# Resultados



Resposta em aceleração na direção Y



Resposta em aceleração na direção X

# Conclusões

- Melhor posição para fixar componentes a serem testados: o mais próximo possível da base
- Comportamentos diferentes nas direções X e Y (frequência mais alta em X)
- Transmissibilidade unitária não é atingida na prática mas possivelmente com a atuação do sistema de controle do “shaker”

# Prêmios e Publicações

- O trabalho foi submetido ao congresso SAE e está em fase de aprovação do texto final, com as devidas modificações sugeridas pelos revisores efetuadas, porém o congresso que era previsto para esse ano foi adiado para o final de agosto de 2021 devido a pandemia do COVID-19.

# Agradecimentos

- Agradeço ao CNPQ pelo fornecimento da bolsa

# **Estudo da Interação Choque – Camada Limite sobre a região do interestágio do Foguete Sonda III durante a fase transônica do voo utilizando CFD**

Bolsista: Lucas Almeida de Souza

Orientador: Edson Basso

Período: Agosto de 2019 a Julho de 2020

# Objetivos

## Objetivo Geral

- Realizar o estudo da influência de alguns parâmetros na geração de malhas computacionais, para que simulações numéricas utilizando ferramentas de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) possam ser realizadas.

## Objetivo Específico

- Obter uma distância ideal da fronteira externa em relação a superfície do veículo, e o refinamento de malha global.

# Introdução

- No presente trabalho, serão estudados a captura dos principais fenômenos aerodinâmicos encontrados em regime transônico e supersônico durante o voo do Veículo de Sondagem Sonda III, através do correto refinamento de malha, e o posicionamento da fronteira externa da malha até a superfície do foguete. Isto é conhecido como estudo de independência de malha.

# Materiais e Métodos

## Metodologia Aplicada

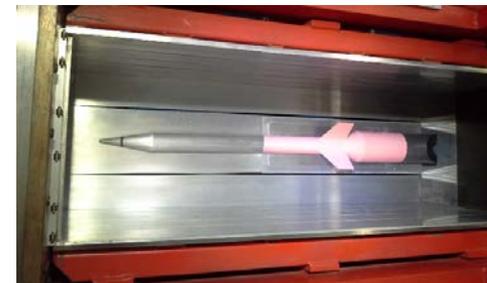
- O embasamento desta metodologia parte dos ensaios experimentais já realizados em Túnel de Vento Transônico Piloto (TTP), da Divisão de Aerodinâmica.

## Ferramentas Utilizadas

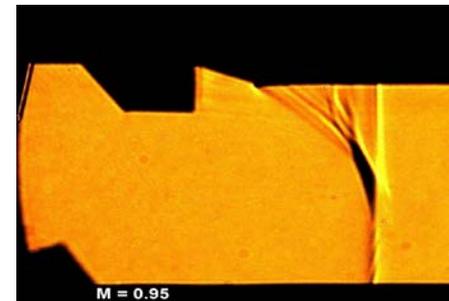
- ICEMCFD
- CFD ++

## Experimental

- *Técnica de Tinta Sensível a Pressão – PSP;*



- *Técnica schlieren.*



# Resultados

---

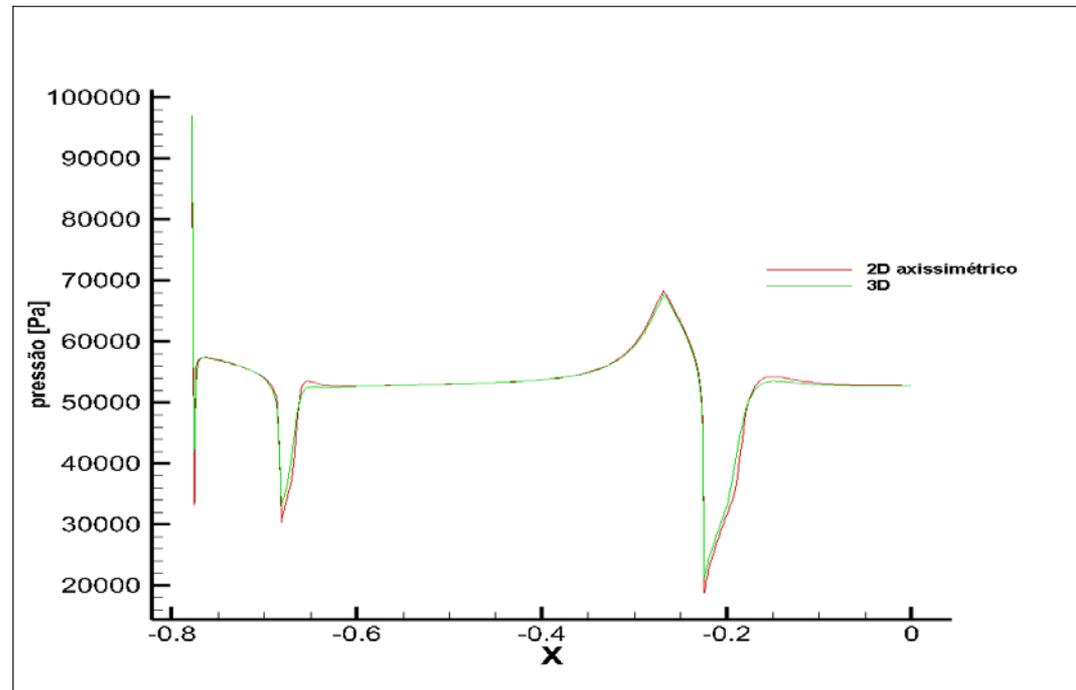
Neste capítulo iremos abordar os seguintes resultados:

- Estudos da distância da fronteira externa;
- Estudo do refinamento de malha;

# Resultados

## Estudo da Fronteira externa

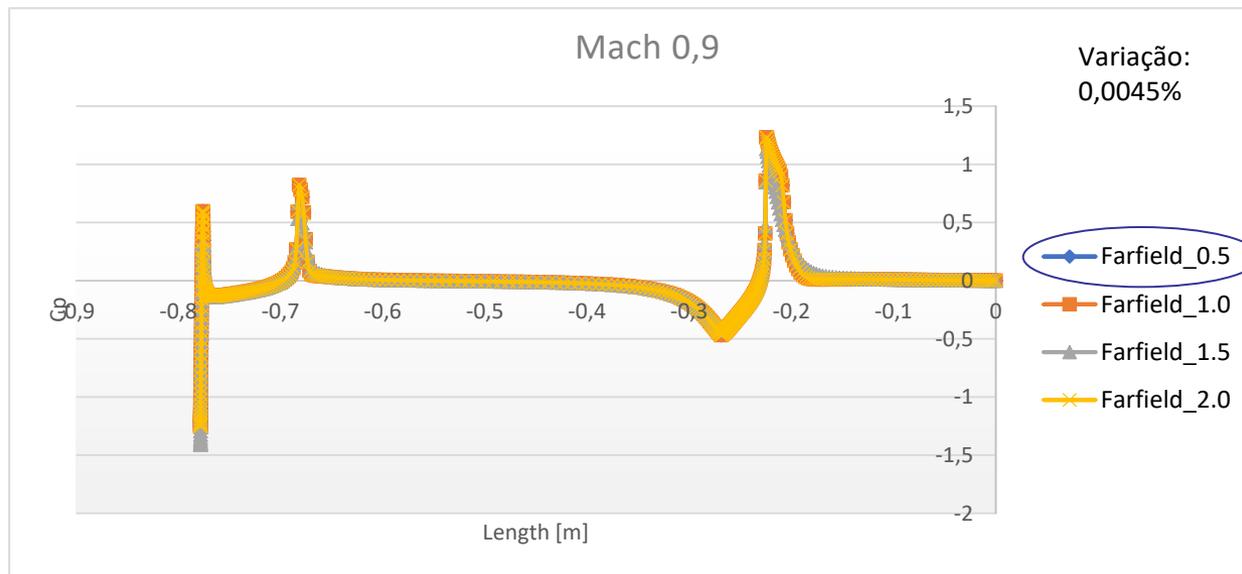
- Geração da malha;
- Otimização do tempo;



Comparação entre 2D axissimétrico e 3D.

# Resultados

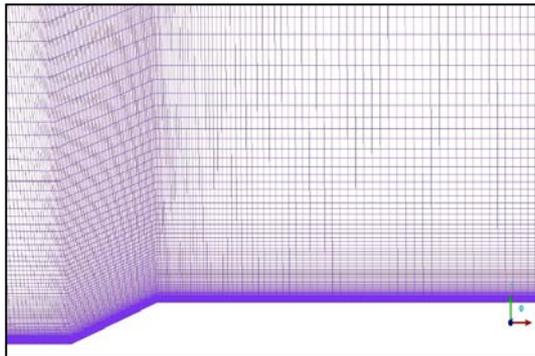
## Estudo da Fronteira externa



**Resultado:** A distância da fronteira externa para que não haja interferência nos resultados das análises equivale a 5 mil vezes o tamanho do maior diâmetro do Sonda III.

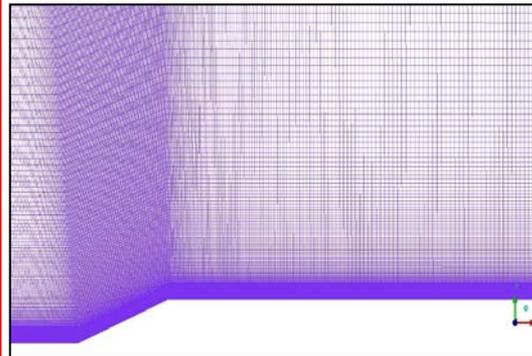
# Resultados

## Estudo do Refinamento de Malha



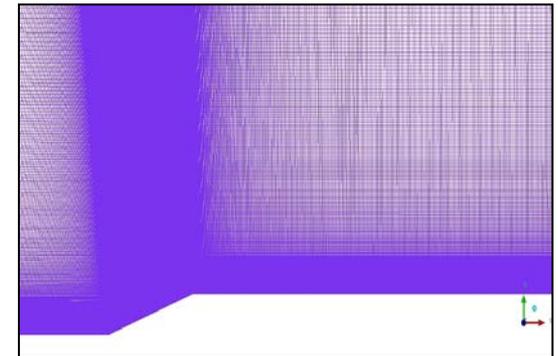
Primeira malha: Gerada inicialmente com pouca quantidade de pontos.

- Núm. De elementos: 73.772
- Quantidade de nós: 73.200



Segunda malha: dobra-se a quantidade de elementos de malha e nós.

- Núm. De elementos: 295.542
- Quantidade de nós: 294.400



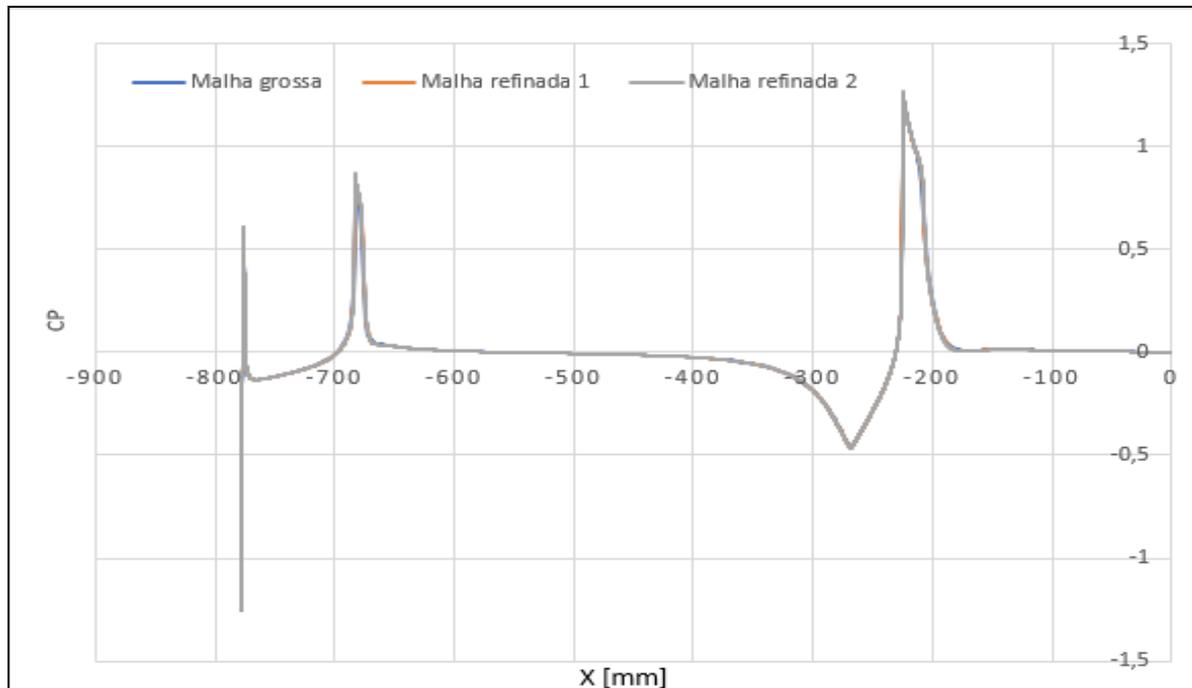
Terceira malha: mesmo conceito (dobrar a quantidade de elementos e nós da malha anterior)

- Núm. De elementos: 1.247.162
- Quantidade de nós: 1.244.800

# Resultados

## Estudo do Refinamento de Malha

Comparação entre a distribuição de pressão ao longo do veículo de sondagem das três malhas refinadas geradas.



# Conclusões

- Portanto, conclui-se que o presente trabalho forneceu os resultados desejados para um primeiro estudo de independência de malha em relação as simulações aerodinâmicas do veículo de sondagem Sonda III, chegando a uma condição inicial para que outros trabalhos possam ser desenvolvidos.

# Prêmios e Publicações

- Encontro de Iniciação Científica (ENIC) durante o VIII Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento (CICTED) realizado na Universidade de Taubaté – UNITAU em outubro de 2019;
- Trabalho de Graduação em Engenharia Aeronáutica.

# Agradecimentos

- Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE
- Orientador : Edson Basso
- Aos profissionais do IAE que sempre se colocaram a disposição para ajudar no que fosse necessário para o desenvolvimento do trabalho.

# Modelagem Dinâmica do Rotor de uma Turbobomba de um Motor Foguete a Propelente Líquido

Bolsista: Sâmela Fernandes Pereira de Lima

Orientador: Carlos d'Andrade Souto

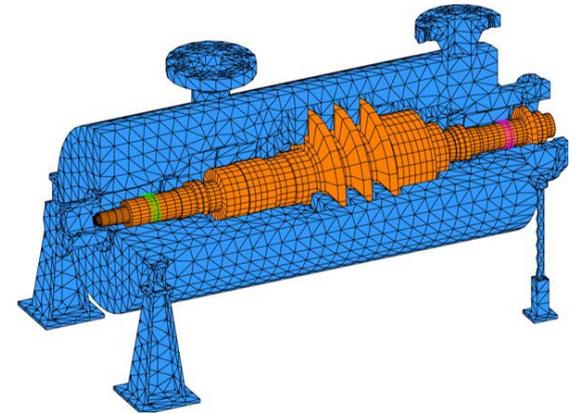
Período: agosto de 2019 a julho de 2020.

# Objetivos

- Estudo realizado sobre uma bomba de alta capacidade movida por uma turbina a gás, chamada de turbobomba, que é utilizada para injetar combustível e oxidante em um motor foguete a propelente líquido.
- Foi baseada na turbobomba desenvolvida para o projeto do motor foguete a propelente líquido L75 em desenvolvimento pelo IAE.
- Tendo como principal objetivo analisar o seu comportamento dinâmico devido as altas velocidades angulares e intensas cargas dinâmicas sofridas em operação.
- Para realizar esta análise, foi desenvolvida uma implementação do método de elementos finitos para o estudo de rotores flexíveis em uma rotina no software de computação numérica: Octave.
- Na análise o modelo elaborado utilizou elementos de viga para o eixo e massas pontuais para os discos.

# Introdução

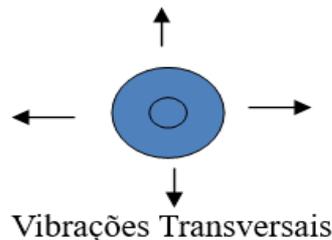
- Rotor: corpo suspenso por um conjunto de mancais ou suportes que permitem-no girar livremente em torno de um eixo fixo.



- Devido ao movimento, a turbobomba é submetida a vibrações que dependem de fatores como:
  - Velocidade angular,
  - Imperfeições e desalinhamentos,
  - Amortecimento introduzido no sistema.

# Introdução

- Mesmo com tolerâncias geométricas rígidas e cuidados de fabricação sempre há desvios da condição ideal.
- Por se tratar de um rotor real: parte da energia de rotação é convertida em movimentos transversais.



- Folgas existentes entre rotor e a carcaça são muito pequenos e os deslocamentos transversais podem causar contato rotor-carcaça e causar falhas catastróficas.

# Materiais e Métodos

Expressões de Energia Cinética e de Deformação



Equações de Lagrange

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i} = Fq_i$$



Equações de Movimento do Rotor

# Materiais e Métodos

Elementos de eixo → Matrizes [Me], [Ge] e [Ke]

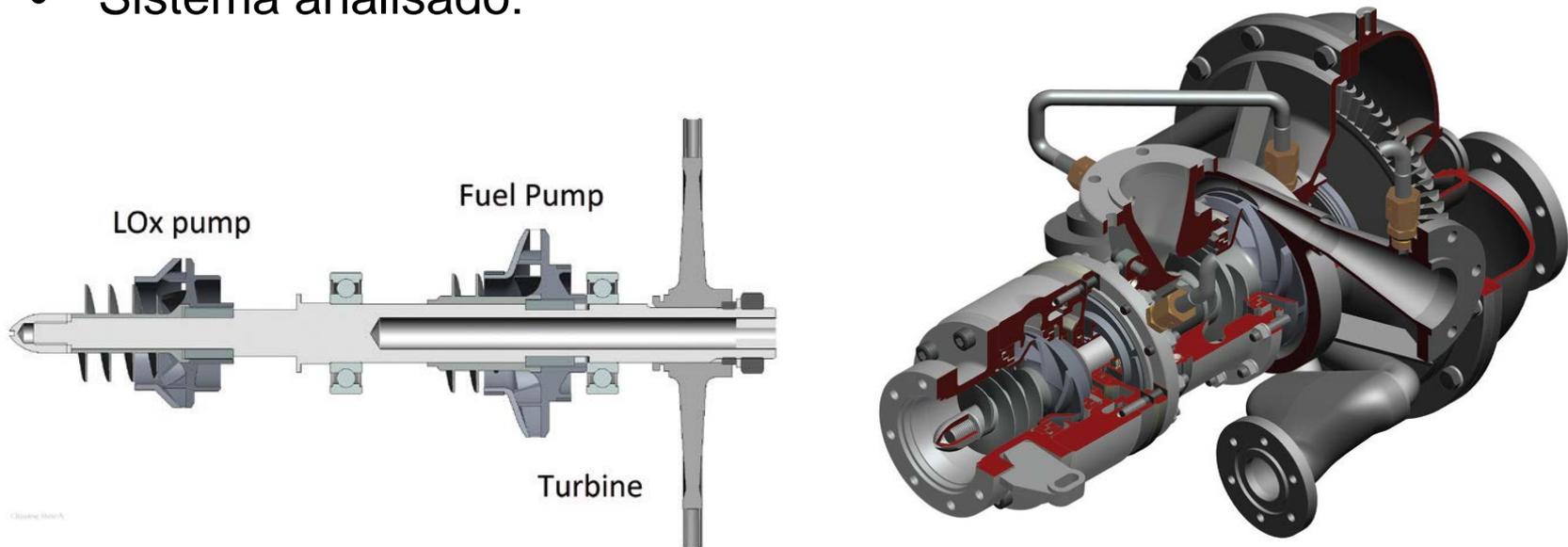
Elementos de disco → Matrizes [Md] e [Gd]

Elementos de mancal → Matrizes [Cm] e [Km]

- As matrizes de todos os elementos são montadas nas matrizes [M], [G], [C] e [K] do Sistema rotor mancais.
- Cálculos realizados:
  - Frequências naturais em função da rotação (Diagrama de Campbell);
  - Resposta à força harmonica (Resposta ao Desbalanço);
  - Forças nos mancais em função da rotação (Forças nos Mancais).

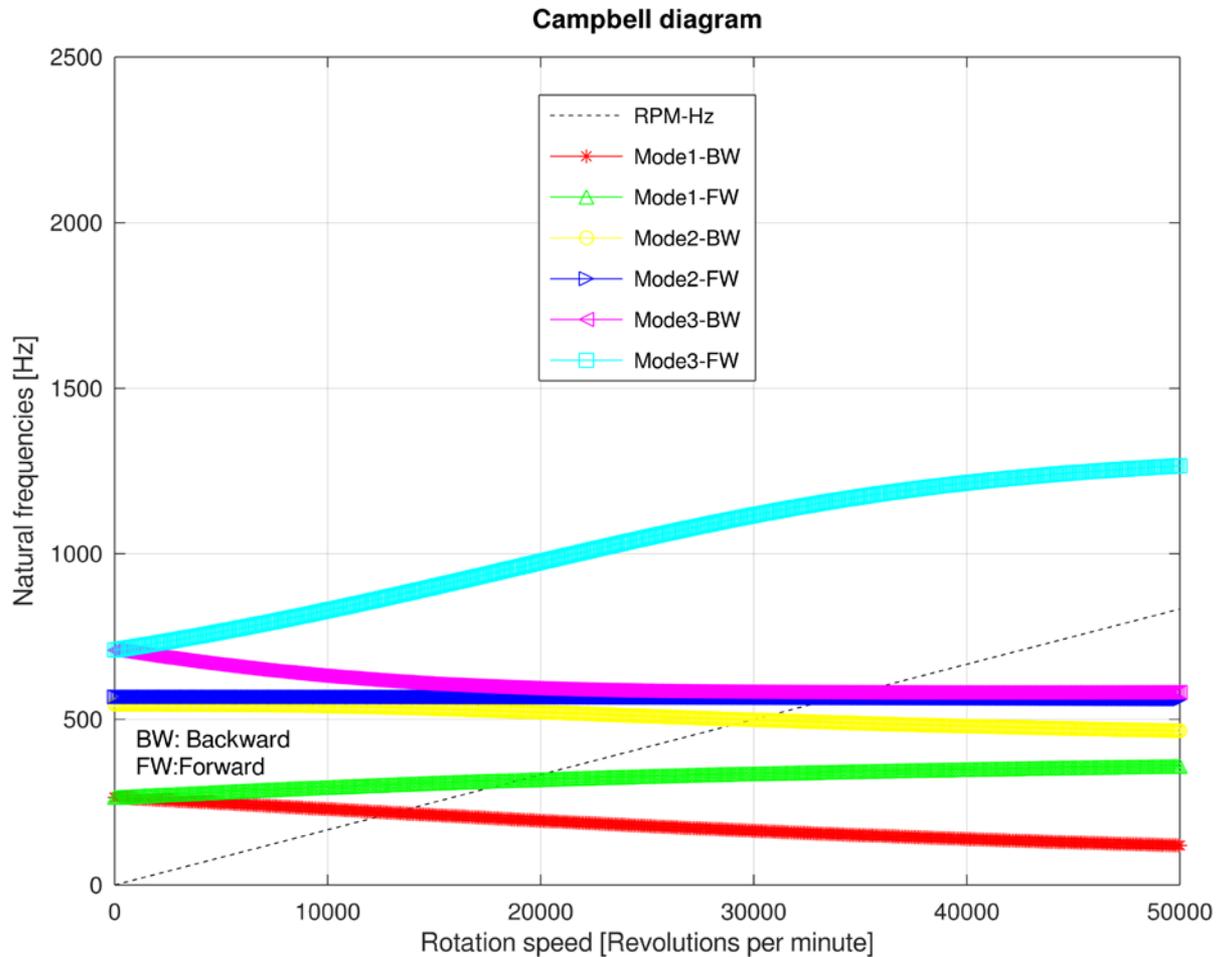
# Materiais e Métodos

- Sistema analisado:

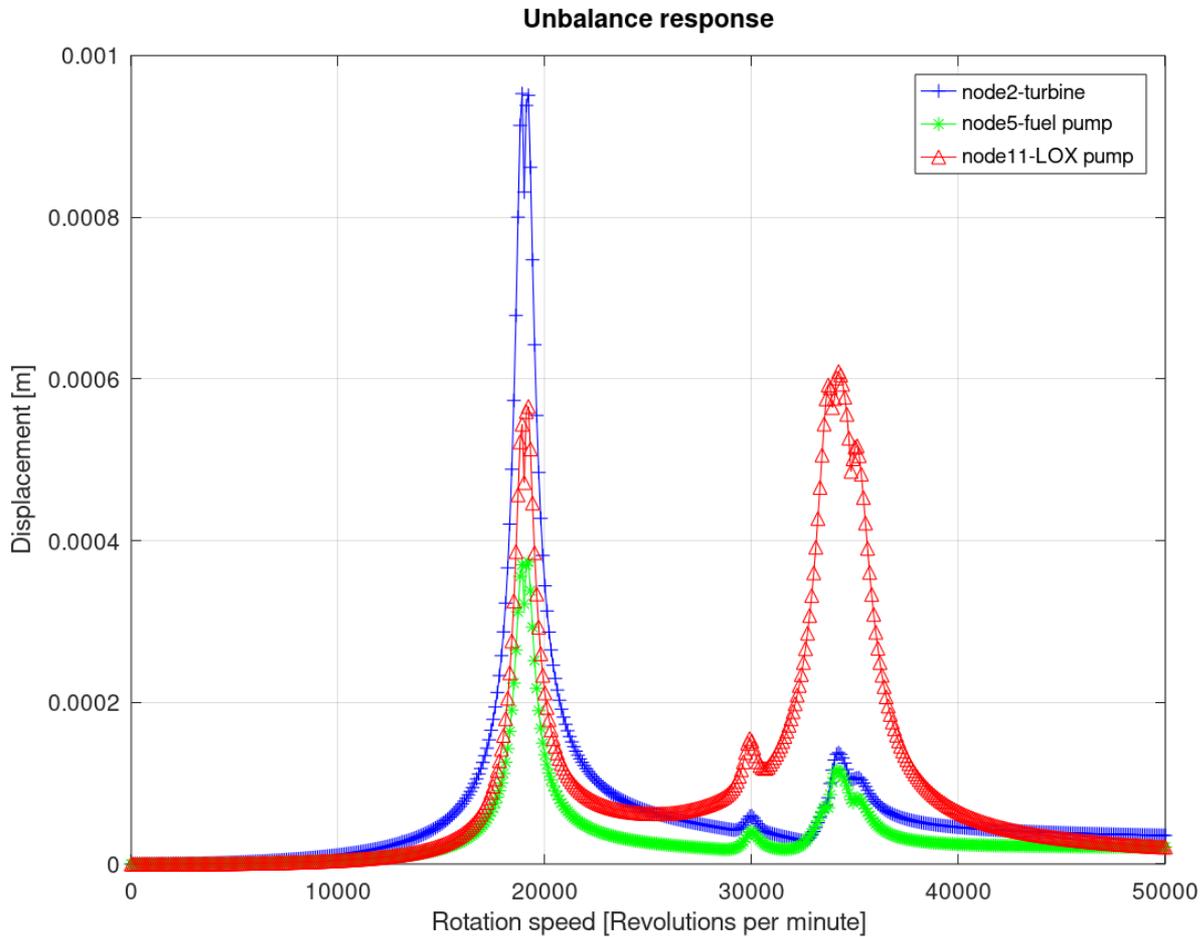


- Retirados de: *Almeida & Pagliuco, "Development Status of L75: A Brazilian Liquid Propellant Rocket Engine" JATM, Vol.6, No 4, pp.475-484, Oct.-Dec., 2014.*

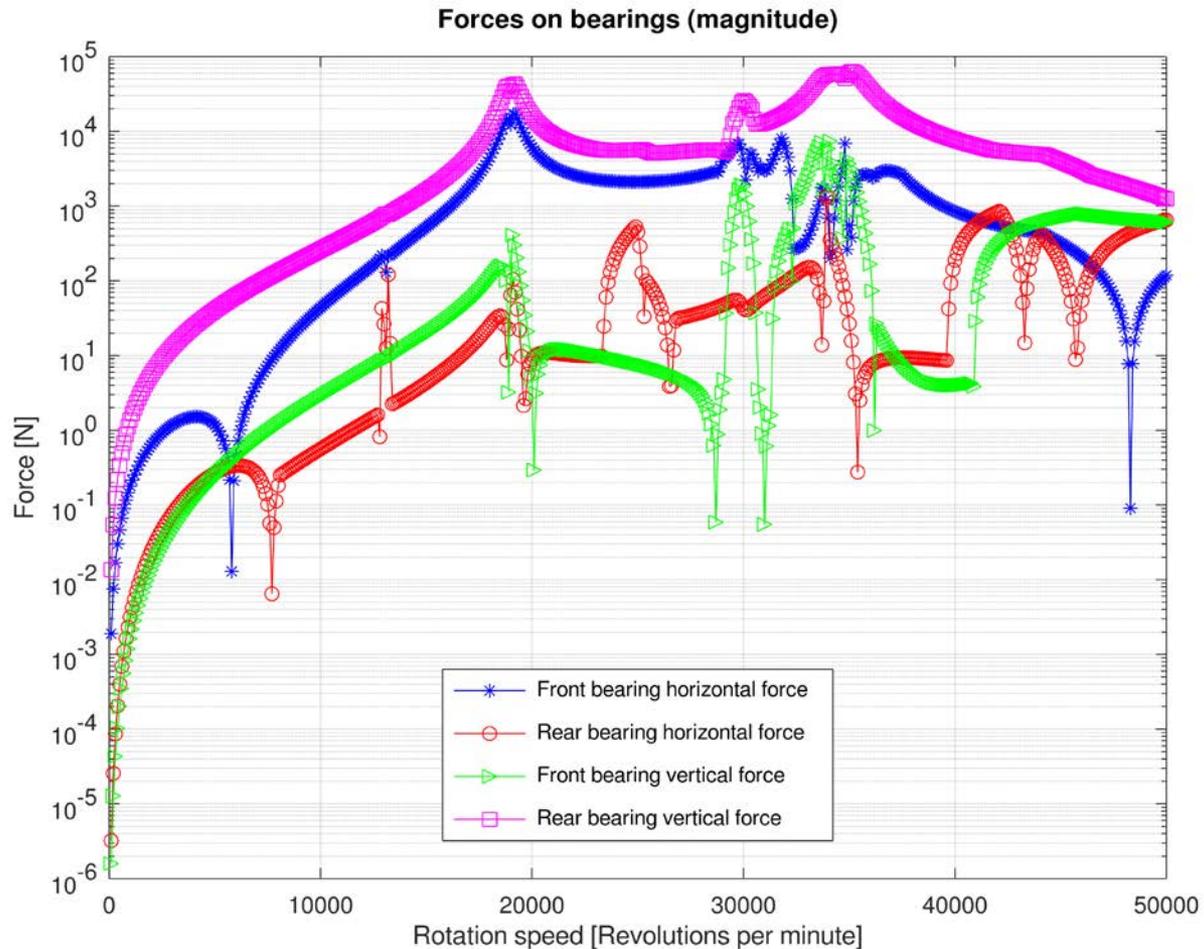
# Resultados



# Resultados



# Resultados



# Resultados

- O artigo: *Sias, Daniel Fraga, et al "Dynamic Analysis of a Liquid Rocket Turbopump Unit", COBEM 2015*; foi utilizado como uma das referências deste projeto, a fim de realizar uma comparação entre os resultados. Abaixo temos uma tabela comparativa entre as velocidades críticas obtidas neste trabalho e as disponibilizadas no artigo de referência.

<b>Modos</b>	<b>Velocidade Crítica [rpm] - Referência</b>	<b>Velocidade Crítica [rpm] Analisadas neste Trabalho</b>	<b>Diferença</b>
1	12675,02	12895	1,736%
2	17941,86	18928	5,496%
3	29922,6	30071	0,496%
4	33824,63	33088	-2,178%
5	33827,36	34590	2,255%

# Conclusões

- Os resultados obtidos pelo programa elaborado neste trabalho apresentam uma boa concordância com os resultados do artigo de referência.
- A resposta ao desbalanceamento mostra que os picos mais elevados ocorrem na coincidência entre a velocidade de rotação e as frequências naturais de precessão direta.
- O maior deslocamento causado pelo desbalanceamento ocorre no disco da turbina.

# Prêmios e Publicações

- Este projeto gerou a publicação do artigo “*Dynamic analysis of the set rotor-bearings of a small power turbojet*” no congresso SAE (Society of Automotive Engineers) Brasil.
- E outro que será submetido ao CILAMCE (Congresso Ibero Latino Americano de Métodos Computacionais em Engenharia): “*Dynamic modeling of a liquid rocket engine turbo pump rotor*” cujo resumo foi aprovado e o artigo final será enviado em agosto.
- Devido a pandemia de Covid-19: o congresso CILAMCE será totalmente virtual. O congresso SAE Brasil estava previsto para ocorrer em setembro/2020 mas foi adiado para Agosto/2021.

# Agradecimentos

- Dedico os agradecimentos deste projeto ao CNPq pelo financiamento (bolsa) deste projeto e ao orientador Carlos d'Andrade Souto pela instrução.

# Método de *Monte Carlo/Markov Chain* aplicado à Análise Preliminar de Separação

**Bolsista:** [Thalis](#) Otávio Siqueira de Oliveira, UNESP

**Orientador:** [Maurício](#) Guimarães da Silva, Pesq

**Período:** Janeiro de 2020 a Julho de 2020

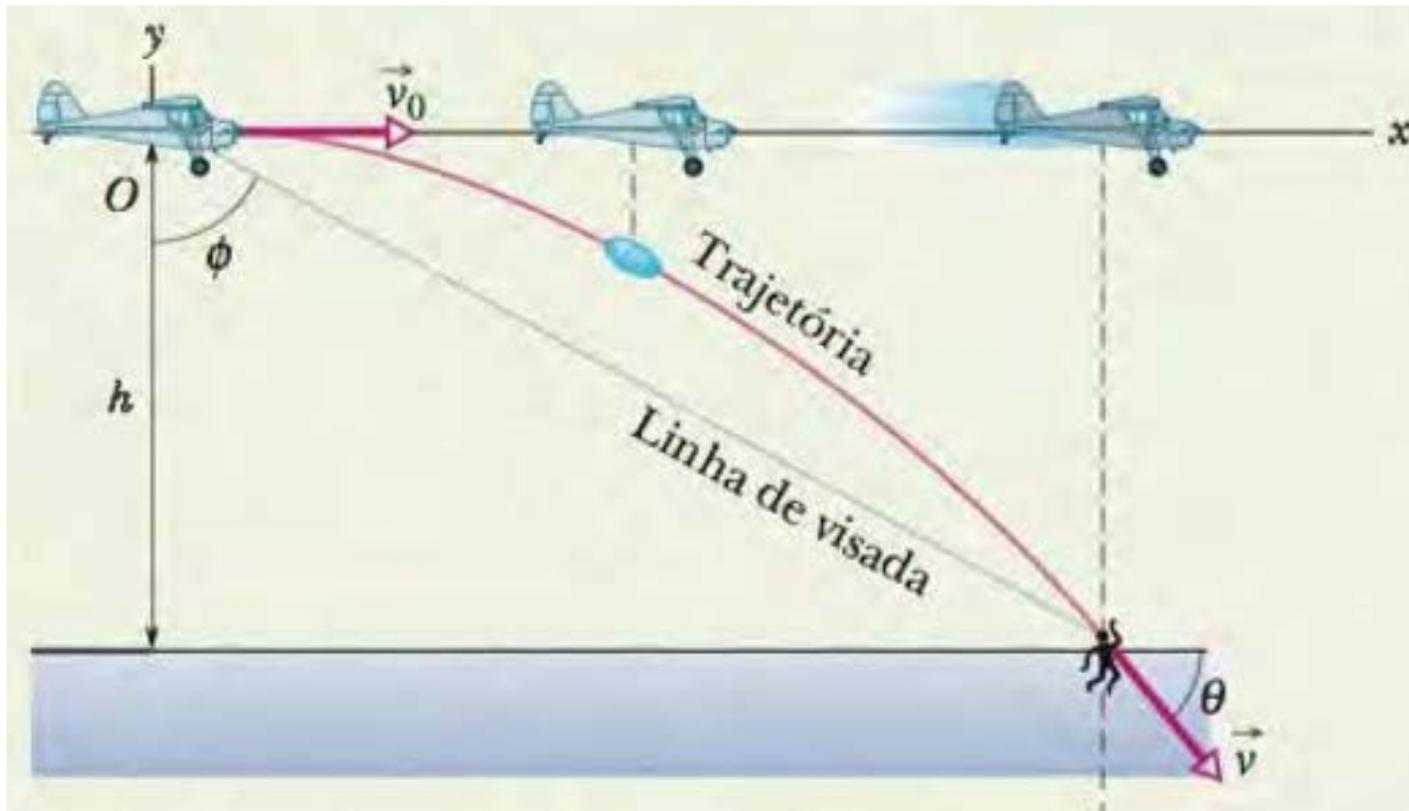
# Objetivos

- Adaptação do **Método Monte Carlo Markov Chain (MCMC)** na quantificação das Incertezas associadas ao problema de dinâmica do voo.
- Implementação numérica do **Método Monte Carlo Markov Chain (MCMC)** para o entendimento da metodologia.

# Introdução

- Método de *Monte Carlo/Markov Chain* viabiliza a **geração amostras** associadas a diferentes formas de Função Densidade de Probabilidade (PDF)
- Neste trabalho, o objetivo é **adaptar** o método MCMC para a estimativa de coeficientes de desempenho associados à separação de um veículo aeronáutico a partir de uma aeronave (avião)

# Introdução



# Materiais e Métodos

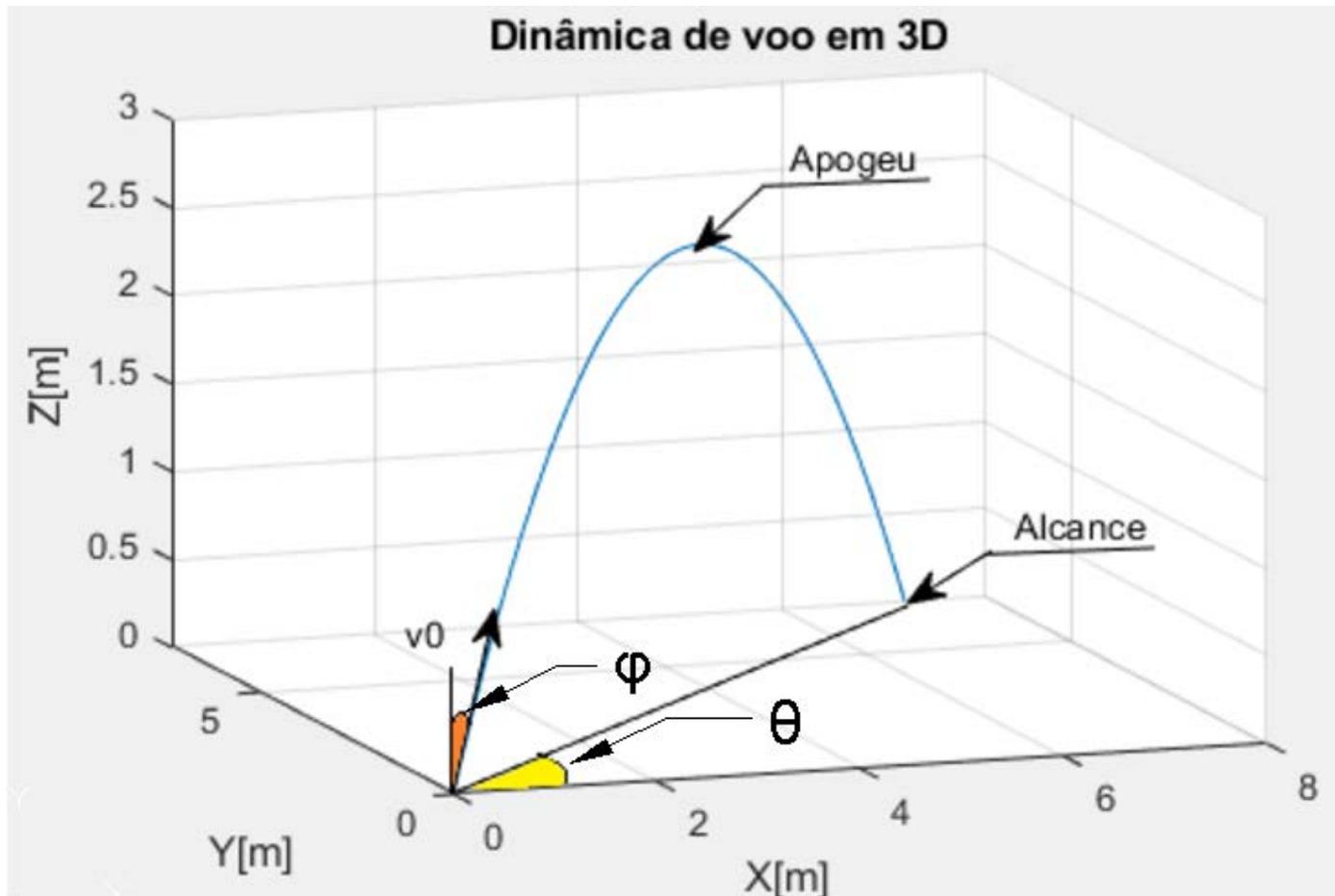
## Dinâmica do Voo

- Em um primeiro momento, foi estudado o **Método de Monte Carlo**. Para isto, foi implementado o que é denominado de **Lançamento Balístico**, o qual apresenta as seguintes hipóteses:
  - Não está incluída a influência do vento;
  - O veículo não tem propulsão;
  - Aceleração da gravidade é constante durante toda trajetória;

# Materiais e Métodos

- Parâmetros iniciais para dinâmica de voo com 3 graus de liberdade:
  - Velocidade inicial ( $v_0$ );
  - Ângulo de lançamento azimutal ( $\theta$ );
  - Ângulo de lançamento zenital ( $\Phi$ );
  - Coordenada X do lançamento ( $x_0$ );
  - Coordenada Y do lançamento ( $y_0$ );
  - Coordenada Z do lançamento ( $z_0$ );

# Materiais e Métodos



# Materiais e Métodos

## Parâmetros de Desempenho

- Altura máxima em  $Z$  [m]

$$H_{maxZ} = \frac{v_0^2 \cdot \cos(\varphi)^2}{2g} + z_0$$

- Tempo para apogeu [s]

$$t_{Hmax} = \frac{v_0 \cdot \cos(\varphi)}{g}$$

# Materiais e Métodos

- Tempo de voo [s]

$$t_{\text{voo}} = \frac{v_0 \cdot \cos(\varphi)}{g} \cdot \left( 1 + \sqrt{\left( 1 + \frac{2 \cdot g \cdot z_0}{v_0^2 \cdot \cos(\varphi)^2} \right)} \right)$$

- Alcance na coordenada X [m]

$$R_x = x_0 + \frac{v_0^2 \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(2\varphi)}{2g} \cdot \left( 1 + \sqrt{\left( 1 + \frac{2 \cdot g \cdot z_0}{v_0^2 \cdot \cos(\varphi)^2} \right)} \right)$$

# Materiais e Métodos

- Alcance na coordenada  $Y$  [m]

$$Ry = y_0 + \frac{v_0^2 \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(2\varphi)}{2g} \cdot \left( 1 + \sqrt{\left( 1 + \frac{2 \cdot g \cdot z_0}{v_0^2 \cdot \cos(\varphi)^2} \right)} \right)$$

# Materiais e Métodos

## Aplicação MCMC: Análise de Separação

- Análise Estatística

$$y = a + bx_1 + cx_2 + G$$

$$G = N(0, s^2)$$

**Y**: Coeficiente de Colisão entre Aeronave e Carga sendo alijada (ou ejetada)

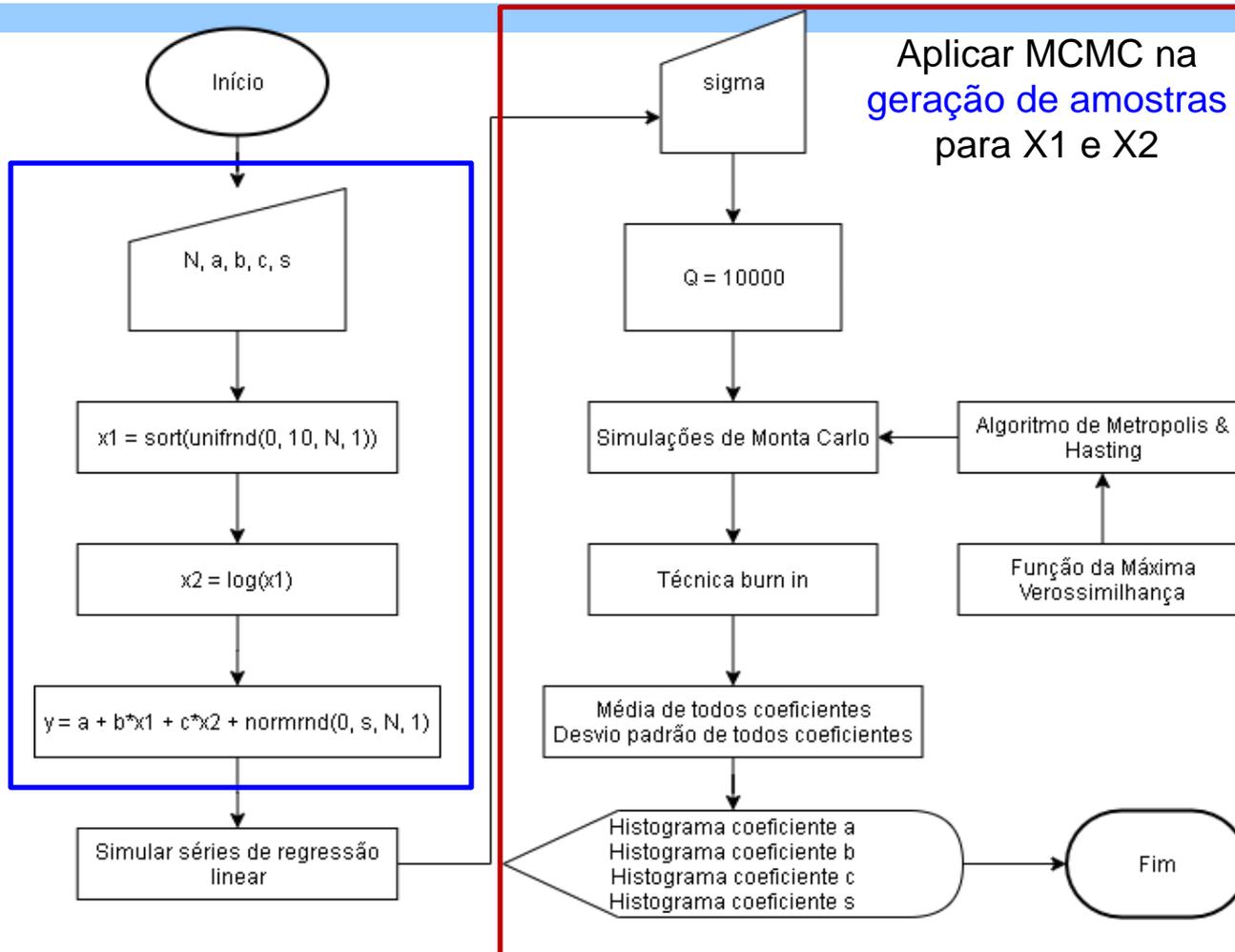
**X1** e **X2** : Parâmetros de Voo (por exemplo, Velocidade e Altitude)

**G**: Ruído Gaussiano

# Materiais e Métodos

## Aplicação do Método MCMC

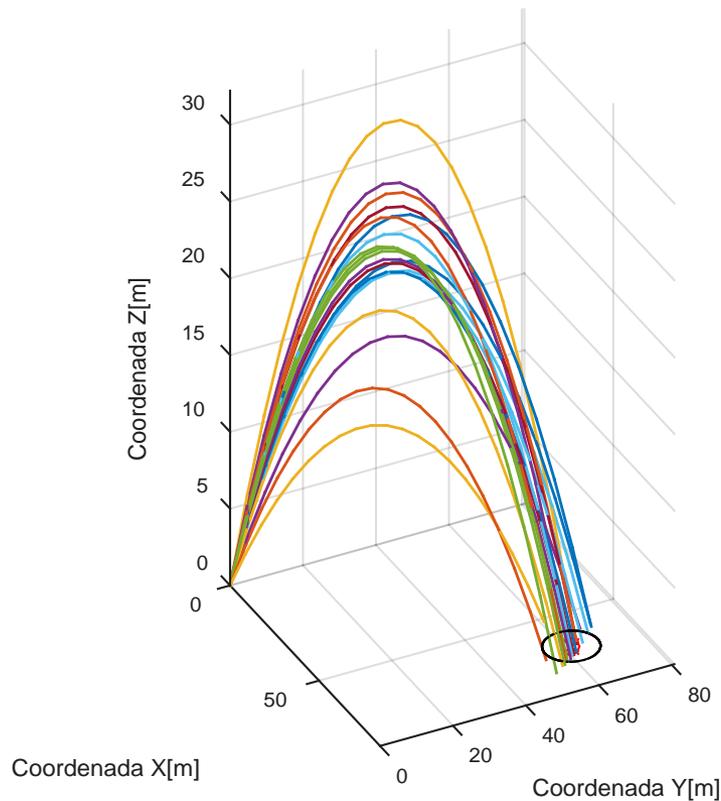
Regressão  
Multilinear  
com  
“poucos”  
Dados de  
Voo



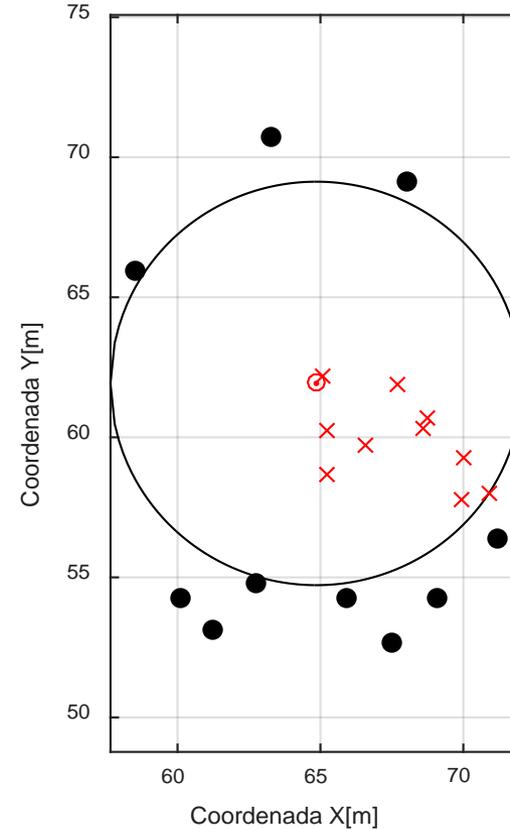
# Resultados

## Erro Circular Provável (CEP)

20 SIMULAÇÕES DE TRAJETÓRIA



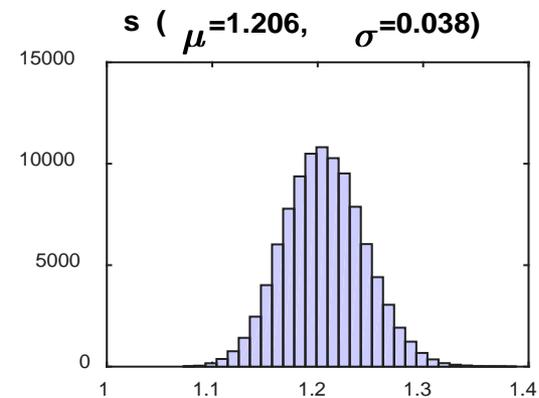
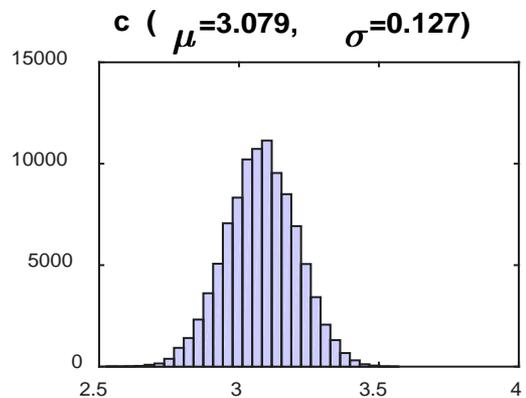
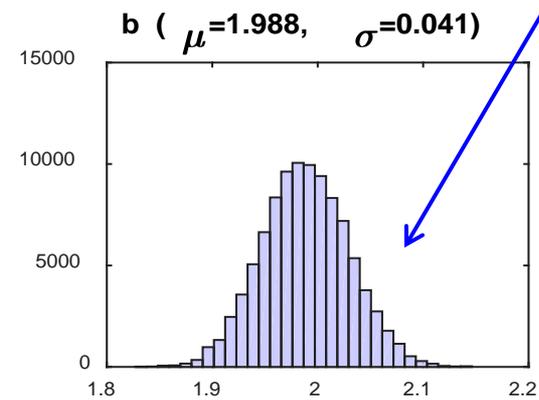
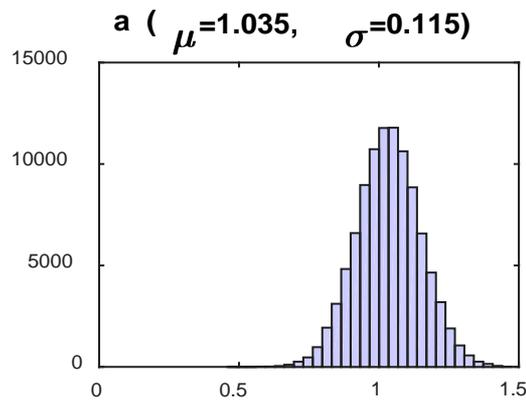
ERRO CIRCULAR PROVÁVEL (CEP): 7.2025m



# Resultados

Coeficientes de Ajuste Correspondem à “Pesos” de Influência

$$y = a + bx_1 + cx_2 + G$$



# Conclusões

Neste trabalho é proposto um trabalho que adapta o Método MCMC para a **Identificação de Parâmetros** em Problemas de Dinâmica do Voo.

Inicialmente foi implementado de forma isolada o **Método de Monte Carlo**. O problema escolhido foi a Dinâmica do Voo Balístico. O parâmetro de desempenho utilizado para avaliar a implementação foi o CEP.

Após esta implementação, foi adaptado o Método **MCMC** para a **estimativa de coeficientes de regressão multilinear**. Esta estimativa leva em consideração as **INCERTEZAS** associadas ao processo de análise.

Os resultados foram considerados **SATISFATÓRIOS** pelo grupo de trabalho.

# Sugestões para Trabalhos Futuros

**Generalização** do Método **MCMC** para Regressão Multilinear de funções com mais de dois parâmetros;

**Análise de Confiabilidade** em problemas acoplados de Dinâmica do Voo & Dinâmica Estrutural

# Prêmios e Publicações

Artigo sendo submetido.

# Agradecimentos

- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)
- Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE)
- Maurício Guimalhães da Silva
- Maria Tereza Martins e minha família.

# Instrumentação baseada em internet das coisas

Bolsista: Vinicius Leite Lemes

Orientador: Alison de Oliveira Moraes

Período: Novembro de 2019 a Julho de 2020

# Objetivos

- Criar uma estação de sensoriamento de baixo custo;
- Coleta de dados remota;
- Permitir o acesso instantâneo e facilitado dos dados, sem a necessidade de se chegar até o hardware.

# Introdução

- Entre os vários requisitos para o sucesso de uma operação de lançamento inclui-se o conhecimento das condições meteorológicas. Com as aplicações de Internet das Coisas, será apresentado neste trabalho o desenvolvimento de uma estação meteorológica que poderá ser utilizada em média ou larga escala nos centros de lançamentos brasileiros.

# **Materiais e Métodos**

---

- **MÉTODOS**

# Materiais e Métodos

- Internet das coisas.
- O foco da Internet das coisas (IoT) é voltado para a integração de todas as coisas que nos cercam, devido ao grande número de dados gerados pelas pessoas diariamente, é possível integrar os mais variados objetos, e usá-los na: organização do trânsito, agilização de tratamentos médicos, preservação do meio ambiente e meteorologia.

# Materiais e Métodos

- Meteorologia.
- É necessário um controle das condições climáticas no momento do lançamento, por isso, é muito importante coletar dados referentes a temperatura, umidade, velocidade dos ventos entre outros, pois, os materiais que compõem o veículo espacial, podem sofrer intempéries.

# Materiais e Métodos

- Para o desenvolvimento da estação meteorológica foram utilizados os sensores de CO<sub>2</sub> (CcS-811), umidade relativa do ar e temperatura (DHT11) e a placa de desenvolvimento NodeMCU que opera com o chip ESP8266.
- Para o Front-end, foi utilizado o banco de dados Firebase, para armazenar os dados. E para a visualização dos dados, uma página na internet.

# **Materiais e Métodos**

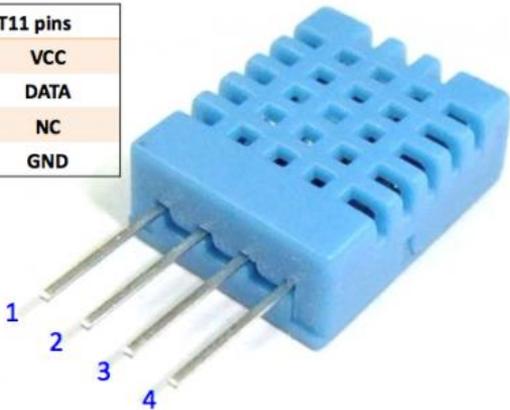
---

## **• SENSORES**

# Materiais e Métodos

- Sensor Dht11

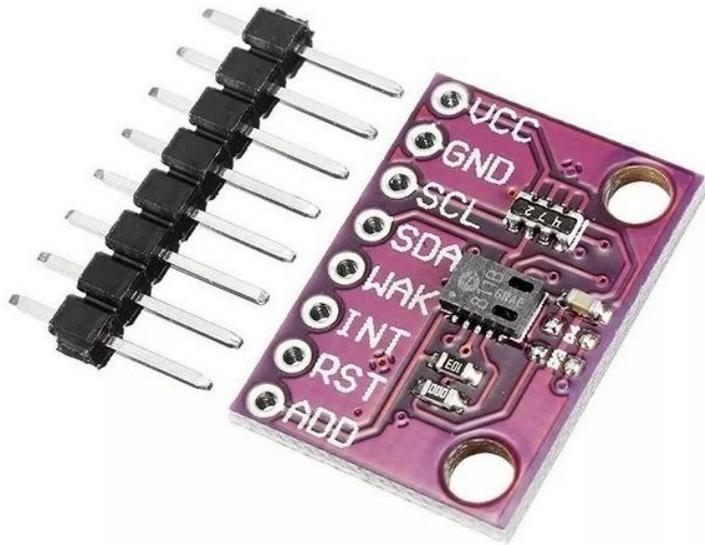
DHT11 pins	
1	VCC
2	DATA
3	NC
4	GND



- Alimentação: 3,3V;
- Leitura da Temperatura na faixa de 0° a 50° com precisão de 2°C;
- Leitura da Umidade na faixa de 20% a 95% com precisão de 5%;

# Materiais e Métodos

- Sensor CcS-811



- Alimentação: 3,3V;
- Leitura de CO2 na faixa de 400ppm a 8192ppm
- Baixa Potência: Atua com 1,2 (mW)

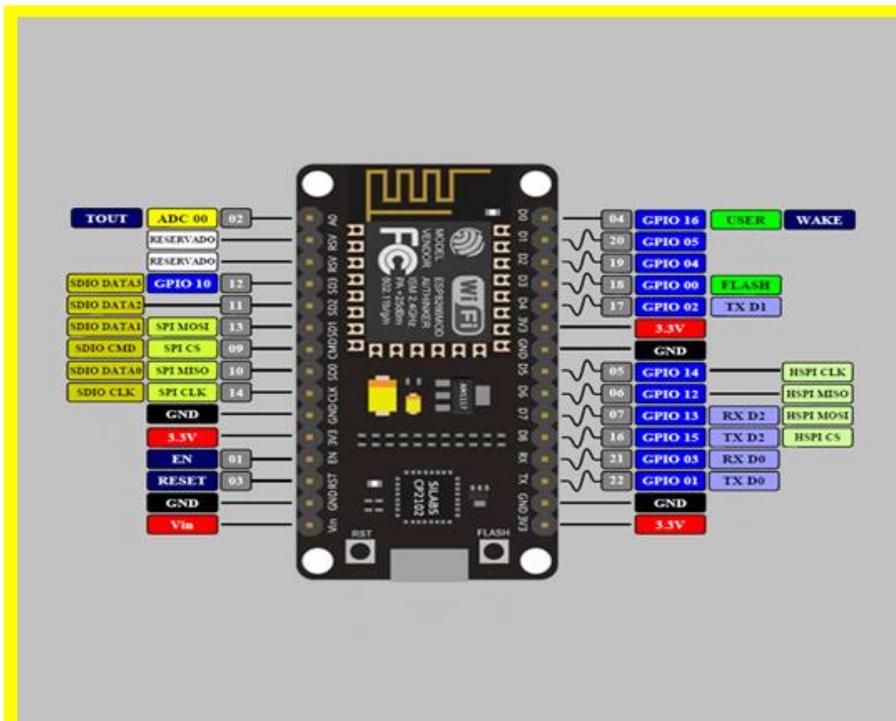
# **Materiais e Métodos**

---

- **PLACA DE DESENVOLVIMENTO**

# Materiais e Métodos

- Placa de desenvolvimento, NodeMcu– Chip(ESP8266)



- Alimentação: 3,3V;
- Chip:ESP-8266
- Conexão: Wi-Fi;

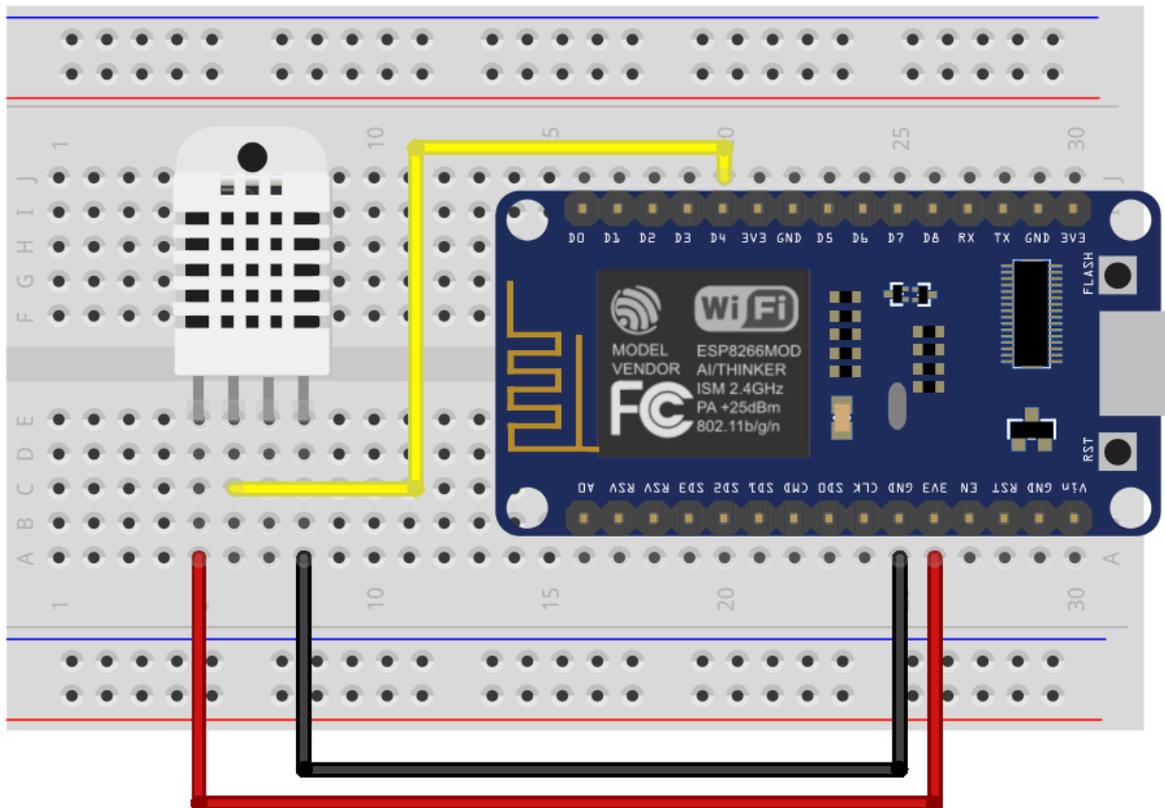
# Materiais e Métodos

---

- **DIAGRAMA DE  
INSTALAÇÃO**

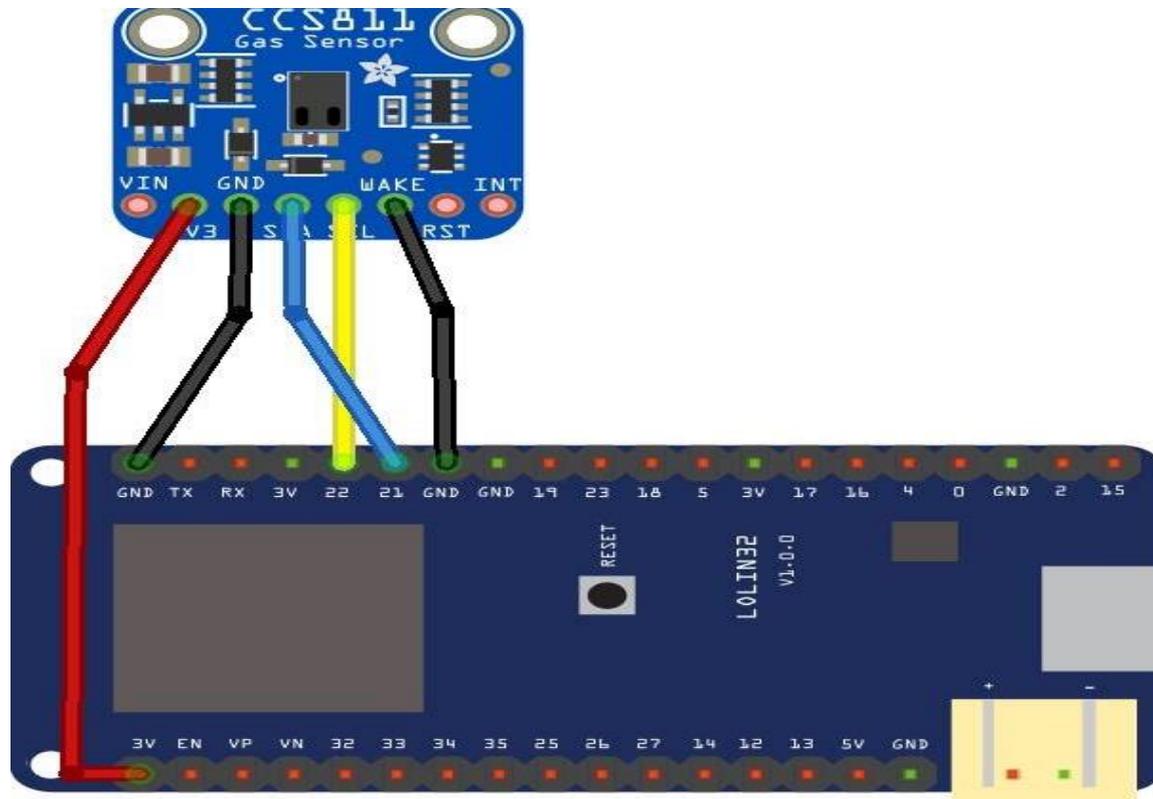
# Materiais e Métodos

- Sensor DHT11, Instalação.

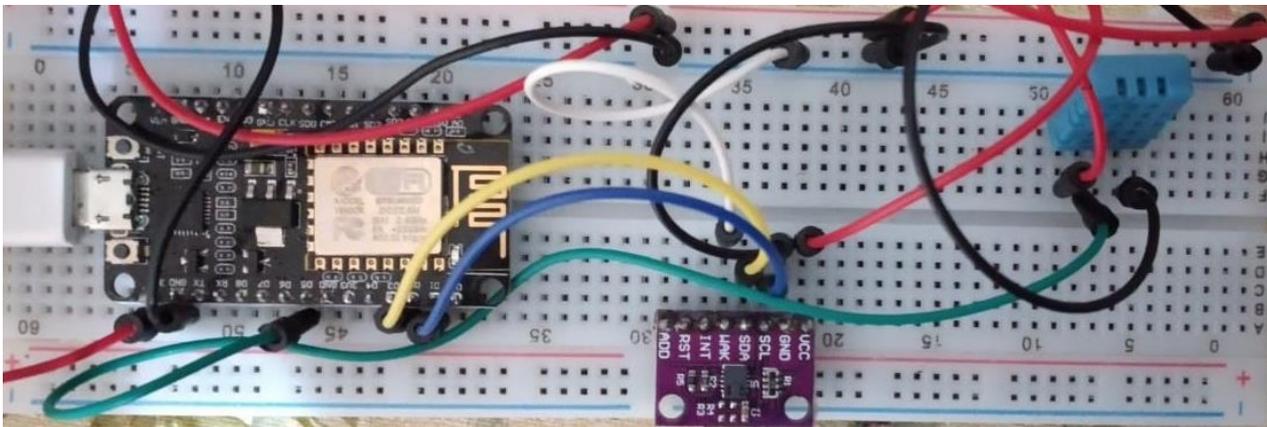
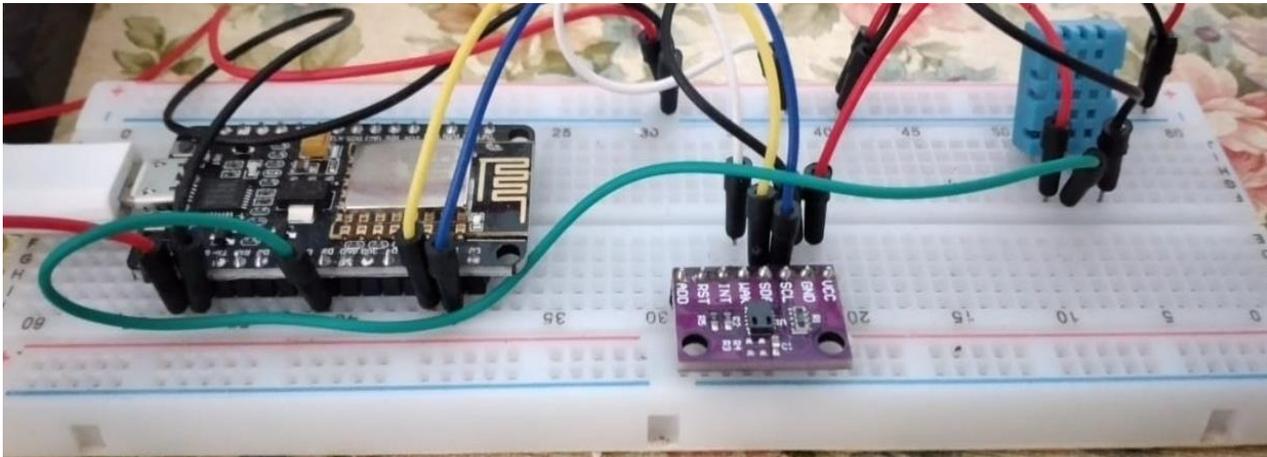


# Materiais e Métodos

- Sensor CcS-811, Instalação.



# Materiais e Métodos



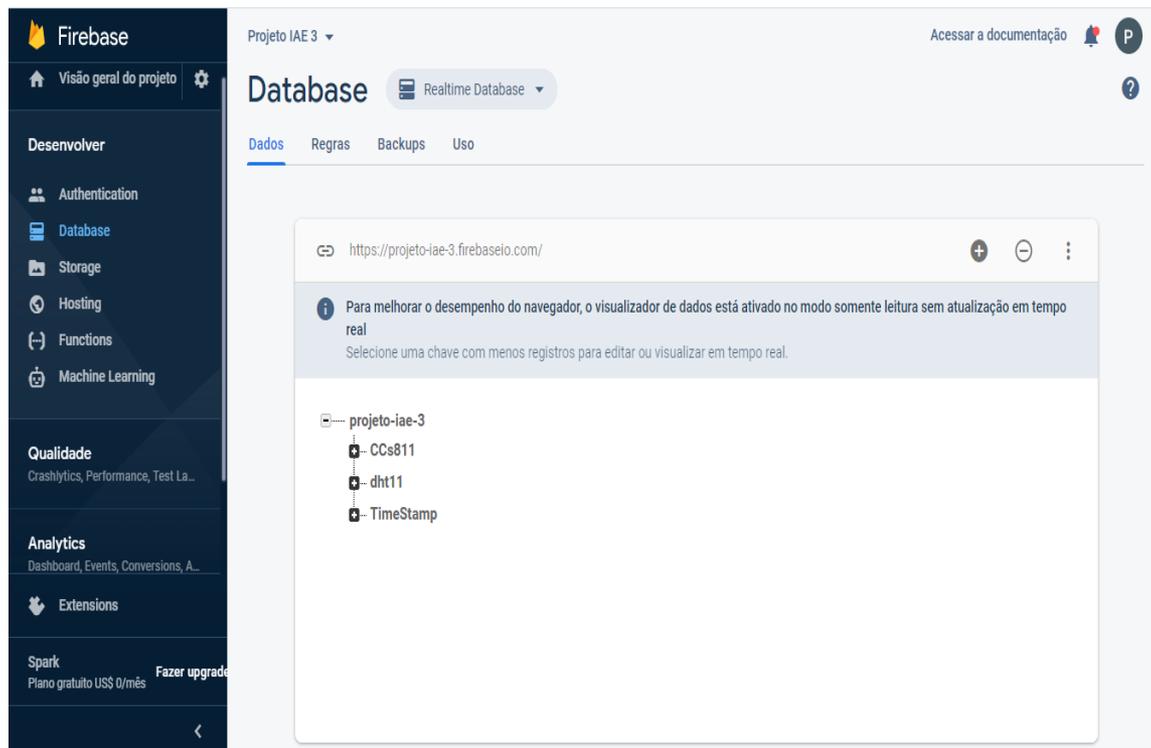
# Materiais e Métodos

---

- FRONT END

# Materiais e Métodos

- Front End



- Firebase(Banco de Dados)

# Materiais e Métodos

- Front End

**IAE**  
**CNPq**

## PROJETO

Por: Vinicius Leite Lemes

Este Projeto Visa a coleta de dados referentes, ao nível de CO2, Umidade e Temperatura.

De tal modo, sendo utilizado esta tabela, para facilitar a leitura remota dos dados.

Estação	Data/Hora								2020/06/28 22:50:59			
	Umidade				Temperatura				CO2			
	Mínimo	Máximo	Média	Atual	Mínimo	Máximo	Média	Atual	Mínimo	Máximo	Média	Atual
A	81%	89%	84.3%	83%	19.4°C	21.4°C	19.9°C	19.9°C	0ppm	400ppm	399.9ppm	400ppm
B												
C												
D												

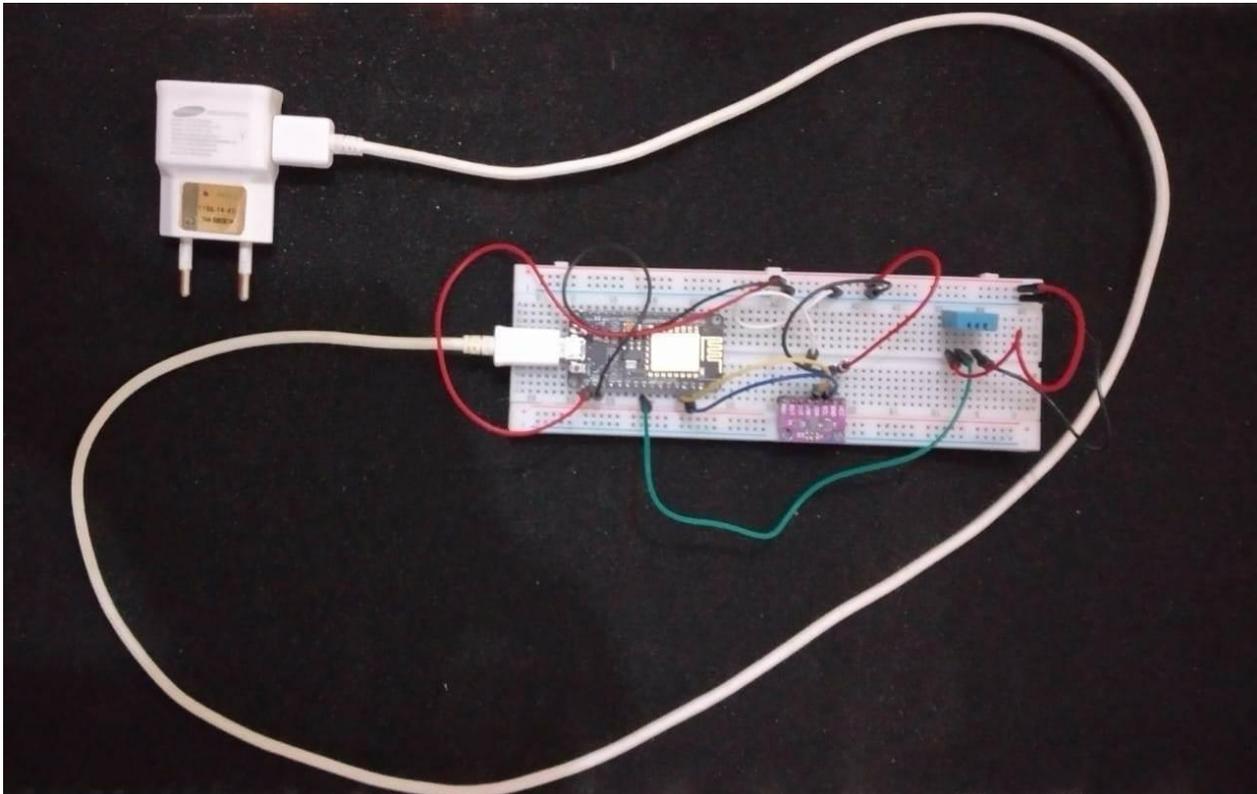
- Página(<https://projeto-iae-3.firebaseio.com/>)

# Resultados

- Obteve-se êxito ao criar uma estação meteorológica e, com isso, coletou-se dados que foram armazenados no banco de dados(Firebase). Mesmo com a situação vigente, foi possível se ter uma noção do funcionamento dos sensores.

# Resultados

- Estação.



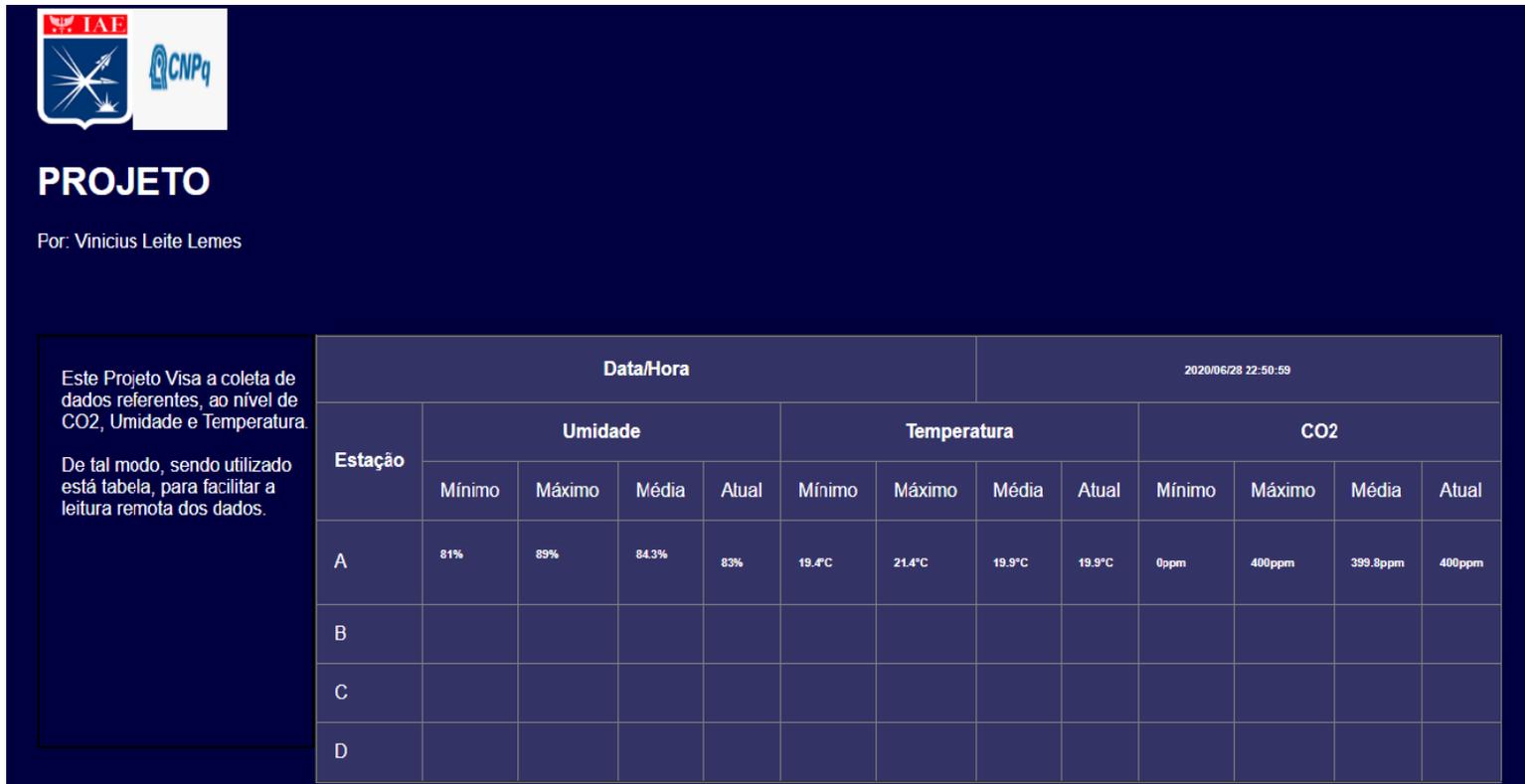
# Resultados

- Especificações Elétricas

Característica	Valor	Unidade
Tensão de alimentação	3,3	volt [V]
Corrente	500	mili ampere [mA]
Escala de medição de temperatura	0° a 50°	celsius [°C]
Escala de medição de umidade	20% a 95%	porcentagem [%]
Escala de medição de CO <sub>2</sub>	400 a 8192	partículas por milhão [ppm]
Tipo de conexão	Wi-Fi	802.11 b/g/n
Taxa de transmissão	2.4	Giga Hertz [Ghz]

# Resultados

- Página Web



The screenshot displays a web interface for a project. At the top left, there are logos for IAE and CNPq. Below the logos, the word "PROJETO" is prominently displayed, followed by the name "Por: Vinicius Leite Lemes". A text box on the left side of the page explains the project's purpose: "Este Projeto Visa a coleta de dados referentes, ao nível de CO2, Umidade e Temperatura. De tal modo, sendo utilizado está tabela, para facilitar a leitura remota dos dados." The main part of the page is a data table with the following structure:

		Data/Hora				2020/06/28 22:50:59							
Estação	Umidade				Temperatura				CO2				
	Mínimo	Máximo	Média	Atual	Mínimo	Máximo	Média	Atual	Mínimo	Máximo	Média	Atual	
A	81%	89%	84.3%	83%	19.4°C	21.4°C	19.9°C	19.9°C	0ppm	400ppm	399.8ppm	400ppm	
B													
C													
D													

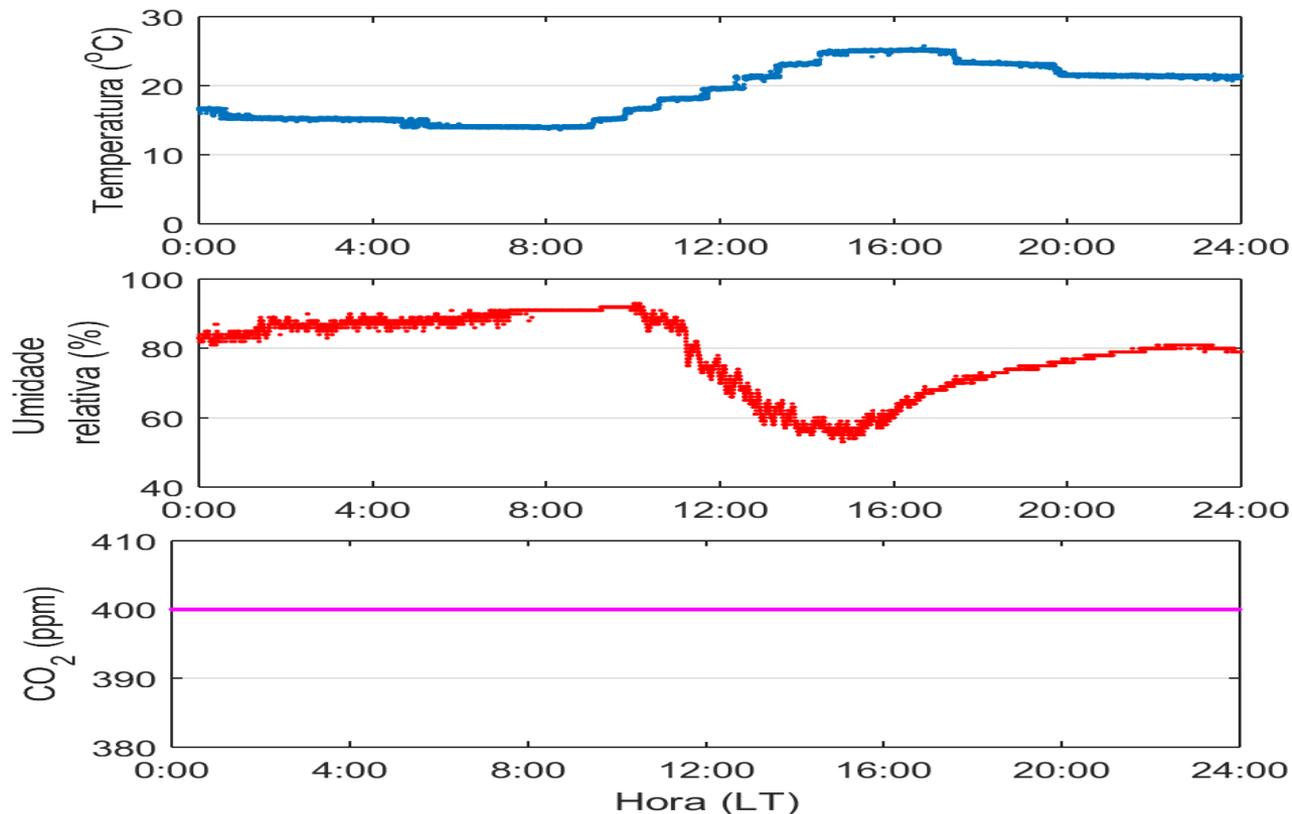
# Resultados

- Calendário de Funcionamento

MAIO						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			
JUNHO						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			
JULHO						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

# Resultados

- Gráficos

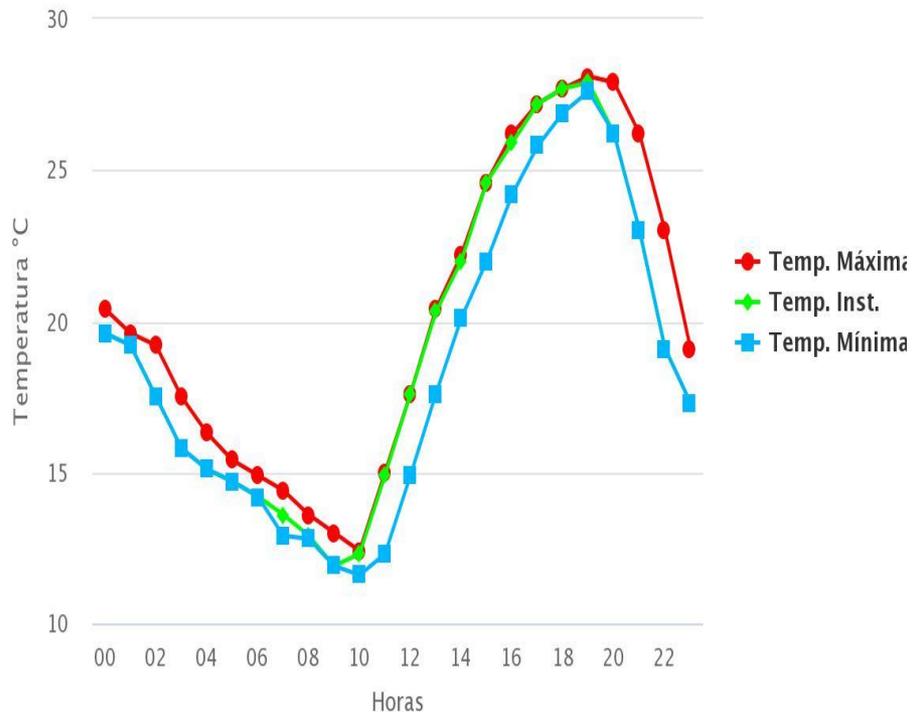


# Resultados

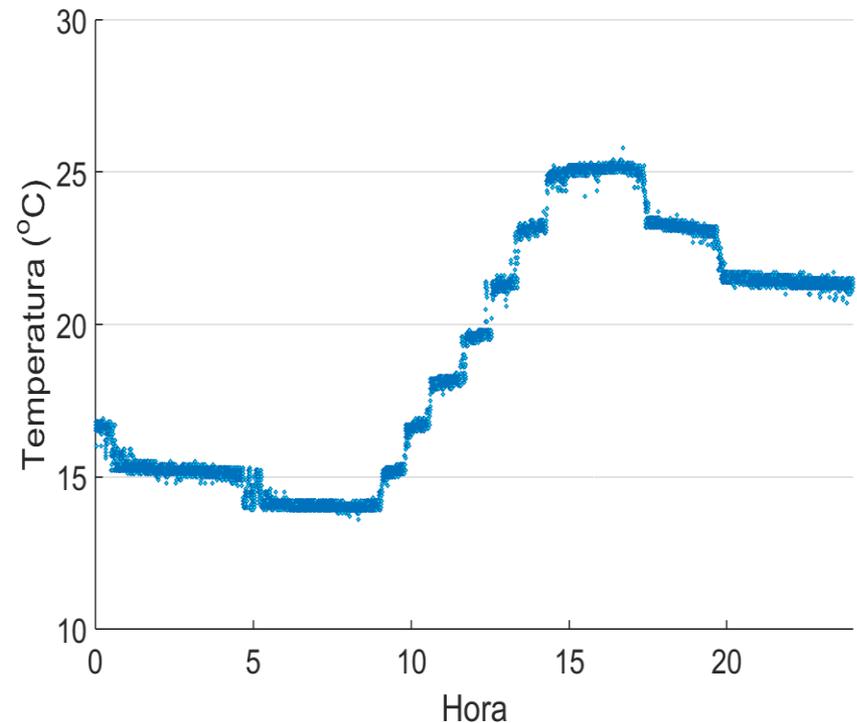
## • INMET X Estação

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Temperatura por Hora || Estação: TAUBATE (A728) - 07/07/2020



## Temperatura x Hora II Estação: Autor

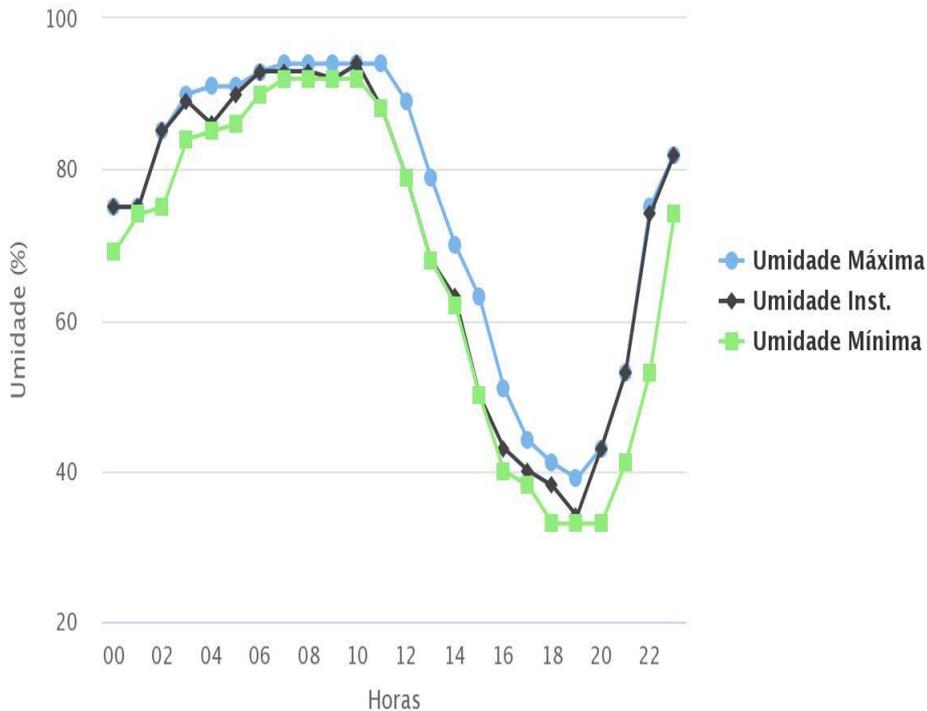


# Resultados

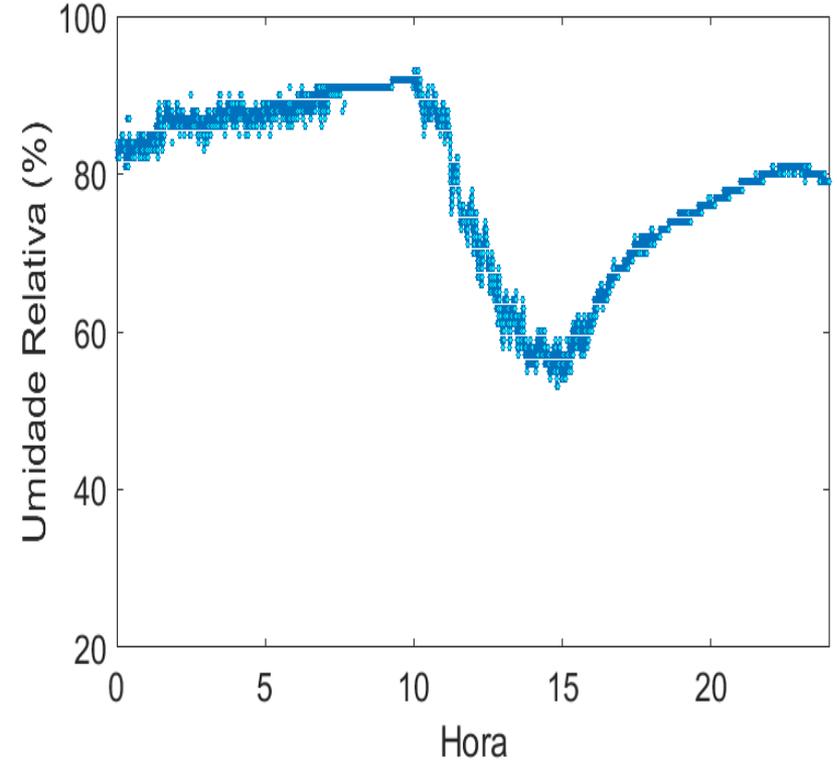
- INMET X Estação

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Umidade por Hora || Estação: TAUBATE (A728) - 07/07/2020



## Umidade x Hora II Estação: Autor



# Resultados

- Diagrama Final



# Conclusões

- Este trabalho nos permite visualizar a criação de uma estação meteorológica de baixo custo que poderá ser usada em futuros lançamentos de veículos espaciais;
- Devido a capacidade de armazenamento remota do banco de dados, foi possível criar um ambiente virtual que facilite a visualização dos dados;
- A utilização de instrumentação da internet das coisas se mostrou muito eficiente e objetiva;
- Os sensores se comportaram dentro do esperado, mas ainda, faz-se necessário uma maior gama de testes.

# Prêmios e Publicações

- Até o presente momento não houve publicações ou premiações.

# Agradecimentos

- Agradeço ao Professor Alison de Oliveira Moraes por esta oportunidade ímpar e, também, ao Professor Jonas de Sousa dos Santos pelos aconselhamentos.
- Quero agradecer em especial à alguns colegas que foram diferenciais durante as dificuldades enfrentadas : Moisés José dos Santos Freitas, Waldenê de Melo Moura, Flávio de Lima Olímpio Júnior e Felipe Vaiano Calderan.
- Agradeço a CNPq e IAE pelo incentivo e apoio dado durante esta trajetória.

# Análise e visualização de dados em tempo real utilizando Elasticsearch e Kibana.

Bolsista: William Roberto de Almeida Firmino

Orientador: Wilson Francisco Moreira de Souza

Seron

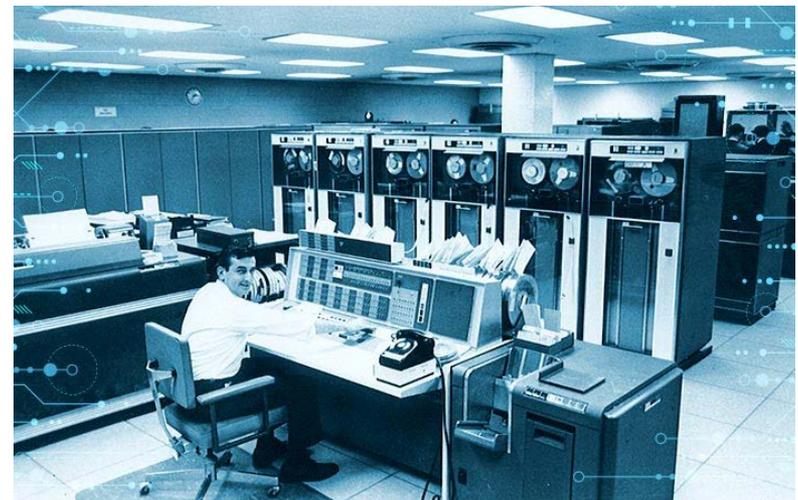
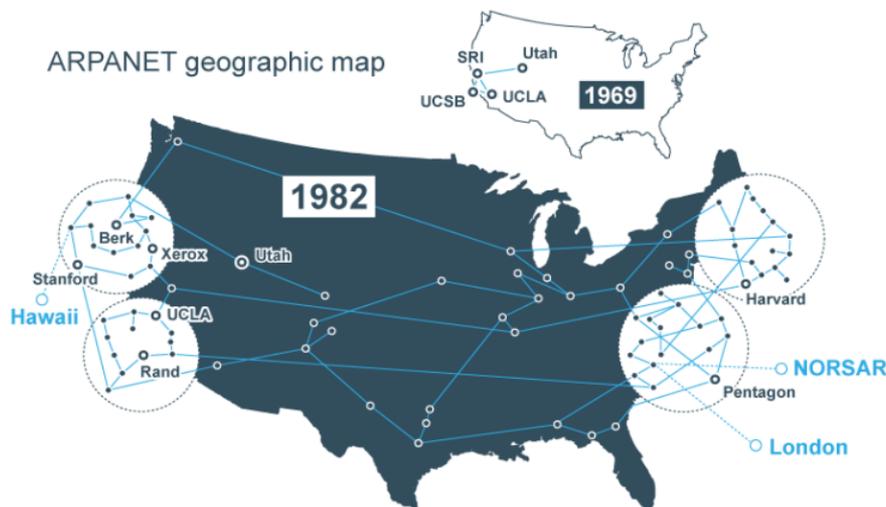
Período: Agosto de 2019 à Julho de 2020.

# Objetivos

- Fundamentar-se de novas tecnologias de coleta e exibição de dados através do Elasticsearch, Logstash e Kibana (ELK).
- Realizar monitoramento de equipamentos em tempo real.
- Incorporar os conhecimentos ao cotidiano do IAE

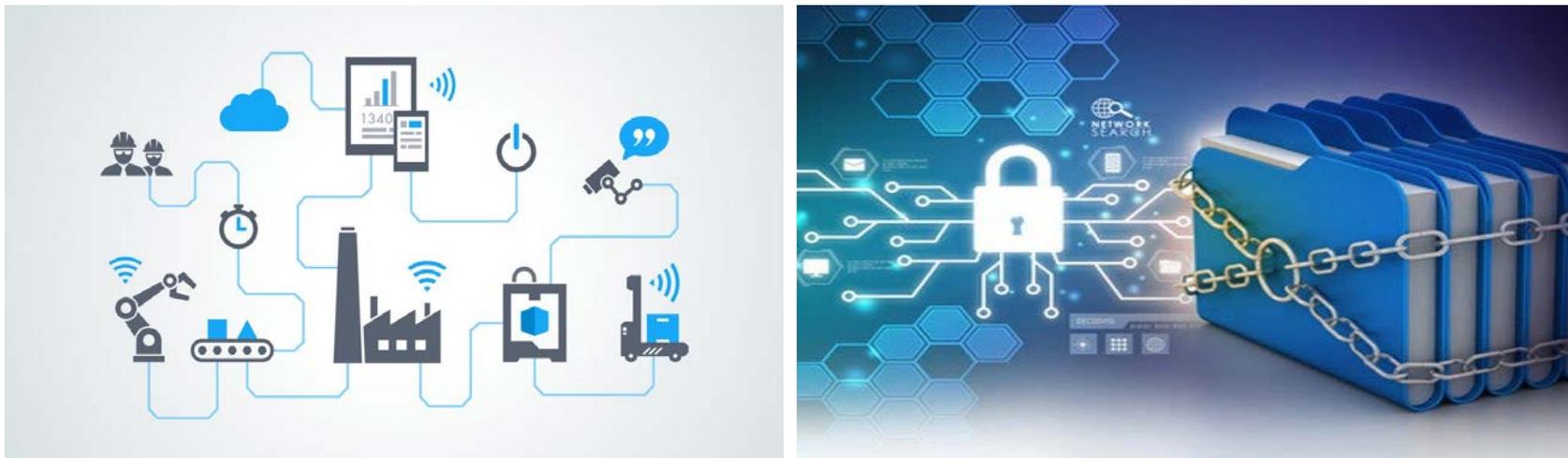
# Introdução

- O propósito inicial da ARPAnet (Advanced Research Projects Agency).
- Diversidade de dispositivos incorporados a rede do IAE ao decorrer dos anos.



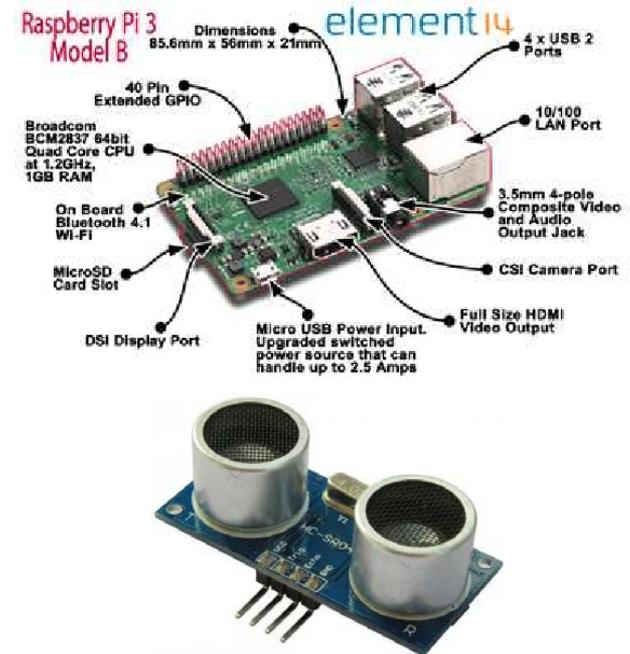
# Introdução

- Segurança da rede.
- Internet of Things (IoT).
- Certificados U.S Army Certificate of Networkiness (CoN) e U.S Air Force Certificate To Field (CTF) 6.x ELK with X-Pack [9].



# Materiais e Métodos

- Raspberry Pi 3
- Sensor Ultrassônico HC-SR04
- Firewall
- Elasticsearch
- Logstash
- Kibana
- Sistema Operacional Linux
- Linguagem de programação Python
- Fundamentação Teórica em Redes.

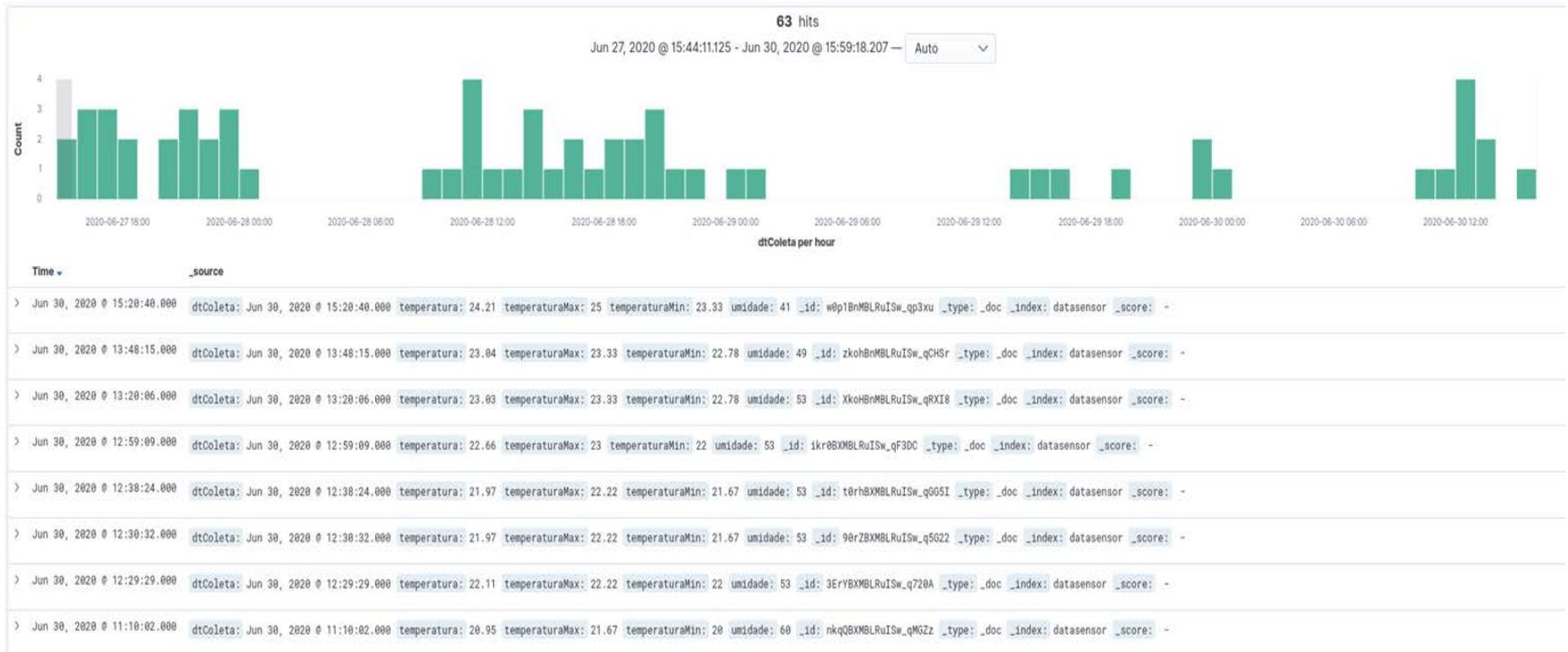


# Resultados

- JSON (JavaScript Object Notation).
- { “dataColeta”:"2020-06-30T12:10:32", “temp”:27.9, “umidade”:43}
- OpenWheaterMap.
- Servidor local usado em teste.
- Query DSL (Domain Specific Language).

# Resultados

- Dados visualizados pelo Kibana



# Resultados

- Interface gerada em tempo real



# Conclusões

- Dados definidos podem ser diversos, mas para esse estudo utilizou-se de sensores.
- Visualização simples pode ser melhorada criando uma dashboard própria.
- Possibilidades de extração de dados com Inteligência Artificial e modelos estatísticos.
- Agregação ao cotidiano do IAE.

# Agradecimentos

- Quero agradecer a Jesus, por toda vida e luz do conhecimento que ele nos proporcionou, além de trazer essa oportunidade de estudo no Instituto de Aeronáutica e Espaço. Pois, diversas pessoas nessa instituição me auxiliaram e viabilizaram a execução desse projeto, tais como meu Orientador, técnicos de manutenção, limpeza e os próprios avaliadores que disponibilizaram seu tempo. Ademais, quero agradecer especialmente ao meu orientador por todo empenho e paciência que teve comigo ao longo dessa trajetória.