

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE CONTAGEM

JHONATAN GOULART  
JÚLIA ANTUNES MIRANDA  
LUCAS ASSUNÇÃO COSTA

**CONTAGEM-1**

**Uma ferramenta para o ensino de Ciência**

Contagem, MG

2019



JHONATAN GOULART CARVALHO

JÚLIA ANTUNES MIRANDA

LUCAS ASSUNÇÃO COSTA

## **CONTAGEM-1: Uma Ferramenta Para o Ensino de Ciência**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, como requisito parcial para formação no Curso Técnico em Informática.

**Orientador: Geraldo Magela Couto de Oliveira**

**Co-orientador: Alisson Rodrigo dos Santos**

Contagem, MG

2019

JHONATAN ANTÔNIO GOULART CARVALHO

JÚLIA ANTUNES MIRANDA

LUCAS ASSUNÇÃO COSTA

## **CONTAGEM-1: UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Centro Federal de Educação Tecnológica  
de Minas Gerais, como requisito parcial para  
formação no Curso Técnico em Informática.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA:

Nome do Professor

---

Nome do Professor

---

Nome do Professor

---

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos que produzem ciência no Brasil, que no ano que este trabalho é construído, sofrem com o sucateamento, desvalorização e cortes de investimento, feitos por motivos político-ideológicos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente aos professores contribuintes ao projeto: Geraldo Magela Couto de Oliveira, Phd em mecânica orbital, orientador do trabalho e ponte para diversos contatos chave no projeto, dos quais a são citados nestes agradecimentos; Professor Alisson Rodrigo Dos Santos, contribuinte no desenvolvimento de determinadas partes técnicas e responsável pelo esclarecimento dos processos burocráticos e documentais do trabalho aqui relatado.

Aos membros da equipe CEFAST Aerospace do CEFET-MG, que possibilitaram uma experiência dialética de aprendizado que muito adicionou ao capital de conhecimento tecnológico do grupo. Em especial ao Sinval Junior, capitão da parte de programação do CEFAST e à Vitória Mirella, capitã da equipe.

À Larissa Lima da Divisão de Laboratórios de Eletroeletrônica do CEFET-MG Contagem, por dar suporte nas áreas de conhecimentos do trabalho que o curso de informática não cobre.

Ao INPE e aos organizadores do 2º CubeDesign (competição de nanossatélites), por fornecerem os materiais e as adjacências do instituto, necessárias para o lançamento do Contagem-1 em Julho de 2019.

Enfim, à todos que notaram a importância deste trabalho.

## RESUMO

**Palavras-chave:** Didático. Satélite. Eletrônica.

O seguinte relatório expõe os passos envolvidos na construção de um nanossatélite do tipo Cansat e sua efetividade como material didático no entendimento de grandes sistemas aeroespaciais. O conceito de nanossatélite hoje revoluciona a indústria aeroespacial dada a grande redução de custos que tais satélites trazem junto à facilidade de sua construção. Além do seu uso na grande indústria, foi na percepção da necessidade de projetos integradores do aluno no ensino técnico ou na graduação ao mercado de trabalho aeroespacial, que os nanossatélites passaram a ser usados também como projetos de pesquisa em diversas instituições de ensino, como no caso deste trabalho. Podemos separar as fases de construção deste projeto em 4 principais, das quais não precisam estar ordenadas, 1º: planejamento da missão do satélite por meio do estudo de projetos já existentes ou elaboração de uma nova utilidade; 2º: obtenção dos materiais a serem usados no projeto, seja por compra, encomenda ou produção própria; 3º: Junção de todas as partes do satélite: estrutura, componentes eletrônicos, código, estação de recebimento de dados; 4º: Lançamento do Satélite em um mini foguete, balão meteorológico, avião, entre outros. A missão é considerada um sucesso ao ser produzido um relatório do projeto, seja para discussão de dados coletados, falhas, ou do próprio processo de construção, como é o caso deste trabalho.

## **ABSTRACT**

**Keywords:** Didactic. Satellite. Electronics.

The following report exposes the steps involved in the construction of a nanosatellite in the Cansat category, and its effectiveness as didactic material in the understanding of big aerospace systems. The nanosatellite concept revolutionized the aerospace industry, given the big cost reduction, and facilitation on development brought by those satellites. Beyond the industry, it was noting the need for integrative student projects in technical education or graduation to the aerospace labor market, that nanosatellites, such as Contagem-1, were also used as research projects in many education institutes. We can separate the construction steps of this project in 4 main: 1st: Satellite mission planning through the study of existing projects or elaboration of a new utility; 2nd: obtaining the materials to be used in the project, whether by purchase, order or own production; 3rd: unction of all parts of the satellite: structure, electronic components, code, data receiving station; 4th: Satellite launch on a mini rocket, weather balloon, plane, among others. The mission is considered a success when a project report is produced, either for discussion of collected data, failures, or the construction process itself, as is the case in this work.



## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1: Comparação de custos de satélites lançados</b>	<b>1</b>
<b>Tabela 2: Voltagem dos sensores utilizados no projeto</b>	<b>1</b>
<b>Tabela 3: Tabela de materiais elétricos utilizados no projeto e seus preços</b>	<b>1</b>

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

GPS - Global Positioning System

GPRS - General Packet Radio Service

RF - Rádio Frequência

PCI - Placa de Circuito Impresso

CEFET - Centro Federal de Ensino Tecnológico

SMS - Short Message Service

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

R\$ - reais

USD - United States Dollar

() no final de uma palavra - Função

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução</b>	<b>12</b>
<b>2 Desenvolvimento</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Escolha da missão</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Montagem</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1 Montagem Eletrônica</b>	<b>18</b>
<b>2.2.2 Montagem Estrutural</b>	<b>25</b>
<b>2.2.3 Programação</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Coleta dos dados</b>	<b>31</b>
<b>3 Resultados e Discussão</b>	<b>33</b>
<b>4 Conclusão</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>39</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Desde a guerra fria (1947-1991), a indústria Aeroespacial tem tomado lugar importante nas discussões oficiais dos países, o lançamento do primeiro satélite, o Sputnik-1 em 1957, mostrou que a união soviética não estava de brincadeira no assunto de avanços tecnológicos. Na década que se seguia a humanidade presenciou o primeiro homem no espaço, a primeira mulher , o primeiro passeio fora do veículo transportador, a primeira nave a pousar na Lua de forma controlada, e claro, as missões Apollo que levaram os primeiros homens a pisarem na Lua.

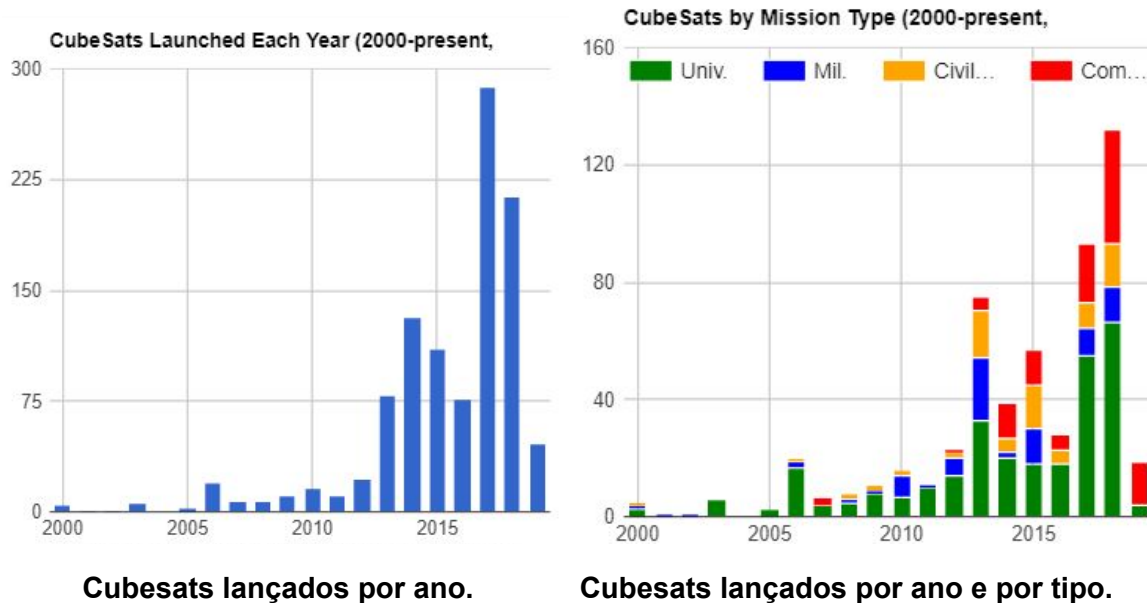
Mesmo após 62 anos do início da corrida espacial, a indústria aeroespacial continua contribuindo em muitos setores da sociedade, além de ter definido a forma como nos vemos, comunicamos e localizamos hoje. Porém, mesmo sendo tão importante à nossa existência contemporânea, as tecnologias envolvidas na exploração espacial ainda são pouco conhecidas pelas pessoas, além de que antes dos nanossatélites – dado o alto preço que as instituições de ensino tinham que pagar para oferecer experiências práticas efetivas – estudantes que pretendiam atuar na área tinham dificuldade em encontrar experiência de trabalho antes de entrar em algum grande cargo, seja em agências espaciais ou em empresas privadas .

Satélite	Preço de construção, lançamento e manutenção	Ano de Lançamento
Amazônia-1	R\$ 2.8 Bilhões	2017
Hubble	4 à 6 Bilhões de USD	1990
NCUBE (CubeSat)	cerca de 65.000,00 USD	2005

**Tabela 1**

Como dito, uma das soluções para a falta de experiência prática nas universidades foi a adoção de nanossatélites como projetos de pesquisa e extensão. Em 1998, ocorre o primeiro “Simpósio Universitário de Sistemas Espaciais”, onde o professor Bob Twiggs propõe um conceito que mais tarde se tornaria mais parecido com

os nanossatélites que temos hoje. Desde então, mais de 1000 CubeSats já foram lançados em órbita e mais de 15 competições de CanSats foram criadas, em países como Estados Unidos, Brasil, Iraque, Índia, Turquia, Espanha, França, entre outros.



É neste contexto em que é proposto pelo professor, Doutor em Mecânica Orbital pelo INPE e orientador deste trabalho, Geraldo Magela, a construção de um nanossatélite do tipo CanSat. Para decidir como, em quanto tempo e com qual custo, foi feita uma revisão bibliográfica de relatórios já existentes de outros nanosatélites.

Após tal revisão bibliográfica, o grupo optou pela medição dos seguintes dados: pressão, temperatura, umidade, altitude, latitude e longitude. A escolha desta missão está relacionada à abrangência da abordagem destes dados, e da relação com o objetivo principal do CanSat, que é o ensino de conceitos básicos da engenharia de satélites.

Feita a escolha da missão, foi iniciada a etapa de escolha e compra dos sensores e componentes eletrônicos que fariam parte da estrutura final. Esta escolha foi feita considerando o preço, a popularidade e a disponibilidade de material online sobre cada um dos sensores e componentes, pois estes foram considerados fatores importantes na facilitação do desenvolvimento. A compra foi feita sob cuidados parecidos, confiabilidade e preço baixo foram priorizados na compra dos sensores e placas, com o intuito de manter o custo total baixo. Os sensores escolhidos foram: DHT11 (Umidade e

Temperatura), BMP280 (Pressão e Altitude), Neo6m (Latitude, Longitude, Altitude) e RF 433Mhz (Envio e recepção de dados). Para integrar todos estes sensores, foram cogitadas 2 soluções: o microcomputador Raspberry PI, e o microcontrolador arduino.

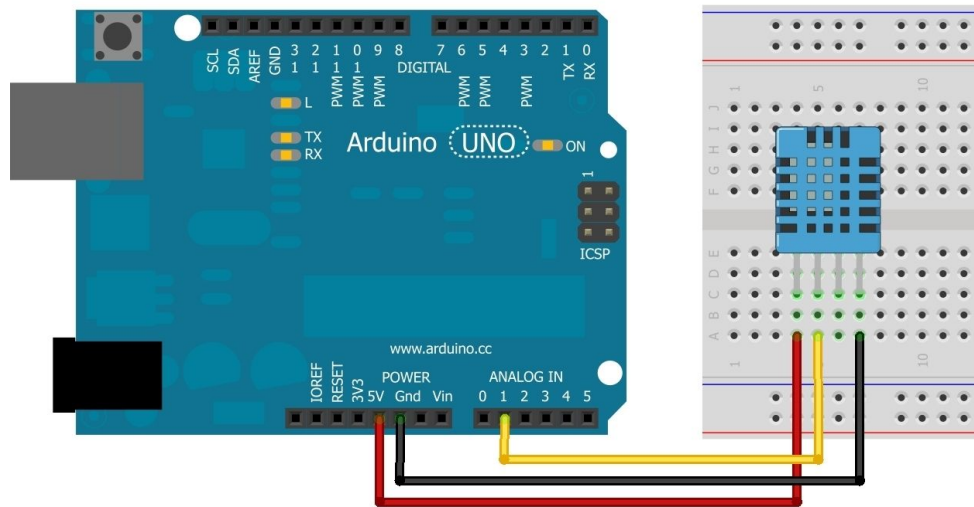
A diferença básica entre os dois se dá à sua classificação, o Raspberry funciona como um mini computador, com memória, processador, entradas e saídas, processos, etc. Já o Arduino funciona como um microcontrolador, o que significa que ele só pode ser carregado com um programa de cada vez, e uma vez carregado, tudo o que ele faz é receber dados e tratá-los de acordo com o programa escrito. A solução escolhida para o projeto foi a placa Arduino UNO R3, que apesar de oferecer menos desempenho que o Raspberry PI, possuía o suficiente para o projeto, além de que as placas Arduino são muito mais baratas e ganham em quantidade de material disponível online, principalmente em português.



### **A grande variedade de placas arduino disponíveis.**

Com o Arduino e os sensores em mãos, foi dividida as etapas de integração dos sensores, que basicamente é a ordem em que os sensores seriam integrados. Os sensores foram integrados à placa na seguinte ordem: DHT11 (Umidade e

Temperatura), os RF 433Mhz (Envio e recepção de dados), Neo6m (Latitude, Longitude, Altitude) e BMP280 (Pressão e Altitude). Esta divisão tornou mais fácil a codificação da placa, já que o código ia crescendo gradualmente, permitindo o seu teste de forma mais aprofundada.



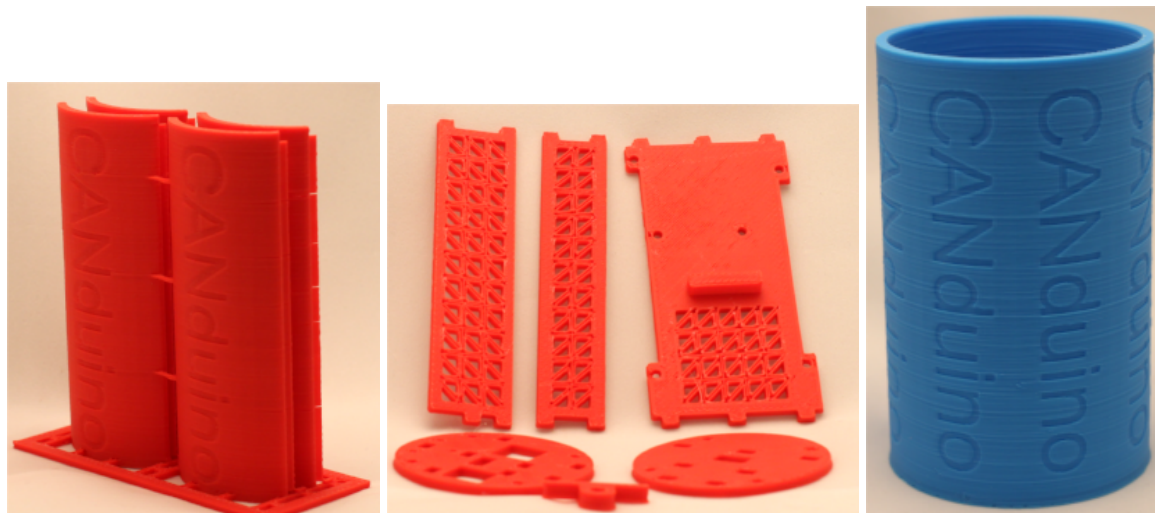
**Esquema de ligação do DHT11.**

Quanto a codificação dos sensores, é feita utilizando a linguagem nativa das placas Arduino, o C++. O motivo da escolha desta linguagem por parte dos desenvolvedores do Arduino se deve à grande customização que o C++ permite à forma como os recursos do sistema são utilizados, como a utilização de ponteiros e modificações diretamente nos blocos de memória, além de que a linguagem abre a possibilidade de utilizar Orientação à Objetos, um paradigma de programação que dá uma diferente visão do código aos programadores.

No programação não foi utilizada Orientação à Objetos, dada a sua relativa simplicidade, mas o código foi modularizado o máximo possível, para facilitar sua leitura mesmo sendo procedural.

Concomitantemente ao desenvolvimento da parte eletrônica e computacional do projeto, foi-se desenvolvendo a parte estrutural. Inicialmente o corpo do satélite ia ser feito em uma latinha de 473 ml, porém optou-se por usar uma impressora 3D para produção das peças. Tal escolha foi feita quando o grupo encontrou no site CANduino.eu, um arquivo para impressão 3D com o corpo de um Cansat.





**Partes do corpo da estrutura encontrada.**

A estrutura foi impressa no Campus VI do CEFET-MG, ficando pronta em cerca de 1 semana. Como pode ser analisado pela imagem, além da estrutura em formato de lata, temos também algumas “gavetas”, onde podemos apoiar os sensores e o Arduino, o que se mostrou muito útil ao contribuir com a forma como os sensores seriam dispostos. A estrutura também possui um pequeno orifício em sua parte superior, para encaixar o pára-quedas, e na parte inferior, para passagem de cabos e antena.

Com todas as partes integradas e funcionando, torna-se necessário receber e armazenar os dados obtidos de alguma forma. A escolha dos sensores RF 433Mhz, foi feita também pensando nesta situação, já que um deles é colocado no Satélite e é responsável apenas pelo envio dos dados, e o outro fica no solo ligado à outro Arduino recebendo estes dados.

Com os dados sendo recebidos, temos que armazená-los e usá-los para algum fim. Isto foi feito através de um programa para computador, escrito em Java, uma linguagem de programação muito difundida nos dias de hoje. O programa desenvolvido lê os dados que estão sendo recebidos pela placa receptora ligada ao outro Arduino. Ao receber tais dados, o programa mostra na tela por meio de uma interface gráfica. Simultaneamente, estes dados são armazenados em um arquivo de texto para qualquer tipo de análise posterior.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 ESCOLHA DA MISSÃO**

Desde o Sputnik-1, todos os satélites lançados foram projetados sobre os parâmetros de alguma missão, seja ela uma “simples” transmissão de uma mensagem em ondas de rádio (como o próprio Sputnik-1), coleta de dados orbitais, imageamento, entre outras. Portanto, o primeiro passo na construção de um Cansat é a escolha da missão que o dispositivo deverá cumprir, isto envolve a estrutura do satélite, os sensores que estarão comportados internamente e o que se quer obter com o seu lançamento.

Iniciou-se a escolha da missão por uma extensa revisão bibliográfica –usando principalmente relatórios de desenvolvimento de outros CanSats– na qual foram analisados diversos aspectos fundamentais à se levar em conta na construção de um satélite, sendo os principais: o custo, missão, materiais da estrutura, viabilidade, tempo de desenvolvimento, retorno à sociedade e o tempo de uso.

Com tal revisão bibliográfica, decidiu-se fazer um satélite que medisse alguns dados ambientes, são eles: pressão, temperatura, umidade, altitude, latitude e longitude. São dois os motivos para a escolha desta missão para o Contagem-1, primeiramente notou-se a flexibilidade que tais tipos de medição iriam proporcionar ao satélite, já que independentemente do lugar onde o mesmo fosse lançado, os dados coletados poderiam ser utilizados para fazer uma análise do clima do local; Em segundo lugar, dado que antes de qualquer missão, o CanSat tem como objetivo principal elucidar à comunidade acadêmica alguns dos conceitos básicos presentes na produção de veículos espaciais, a missão de coleta de dados atmosféricos oferece certa simplicidade e acessibilidade à uma variedade maior de áreas do conhecimento, graças a possibilidade de diferentes abordagens acerca dos dados obtidos.

### **2.2 MONTAGEM**

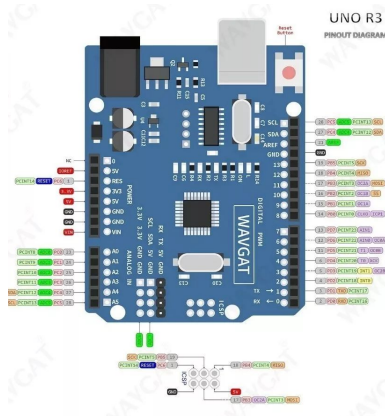
Delimitados os objetivos do satélite, iniciou-se o planejamento do desenvolvimento do corpo, eletrônica e programação. A primeira parte a ser

desenvolvida foi a eletrônica, que abrange os sensores, placas, fios e o controlador/integrador de todas essas partes.

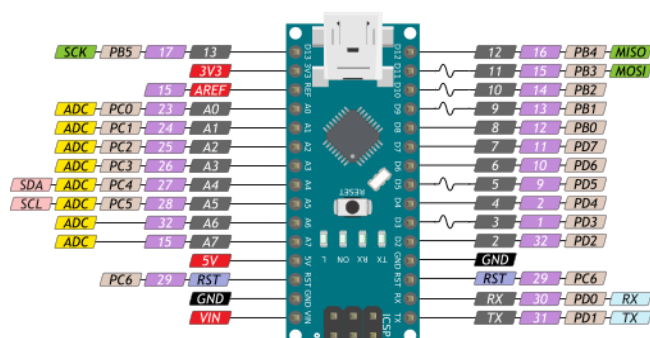
### 2.2.1 MONTAGEM ELETRÔNICA

Iniciou-se a etapa da montagem eletrônica pela escolha e compra dos sensores e da placa integradora. Foram escolhidos os sensores por meio de algumas considerações: preço, popularidade e a disponibilidade de material sobre tais sensores e componentes,. A escolha do local de compra foi feita sobre 2 fatores principais, confiabilidade e preço baixo. Os sensores escolhidos foram: DHT11 (Umidade e Temperatura), BMP280 (Pressão e Altitude), Neo6m (Latitude, Longitude, Altitude) e RF 433Mhz (Envio e recepção de dados). Para integrar todos os sensores, foi escolhida a série de placas Arduino, sendo um Arduino Nano usado no Satélite e um Arduino WAVGAT UNO R3 usado na base receptora de dados.

A escolha do Arduino como a placa “mediadora” da interação dos sensores se deve à acessibilidade a estas placas, que oferecem um baixo custo e se baseiam no conceito de Open Source, o que significa que as especificações, diagramas e sistemas destas placas estão disponíveis à todos, abrindo oportunidade por exemplo de outras empresas criarem suas próprias placas Arduino, como é o caso da Genuino e da WAVGAT, desenvolvedora de uma das placas usadas neste projeto.



Datasheet Arduino UNO R3 WAVGAT.



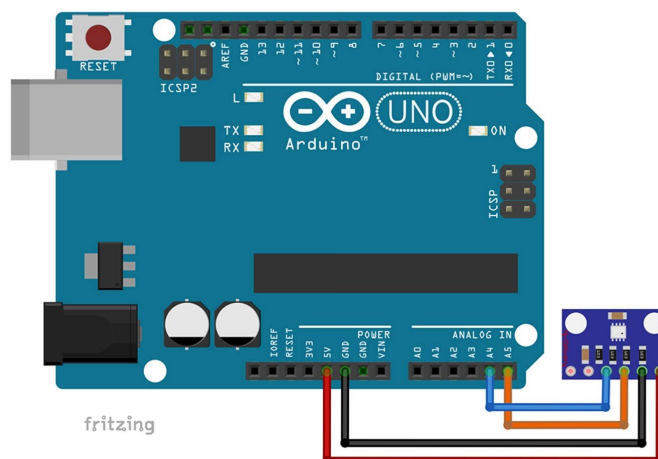
Datasheet Arduino Nano.

O Arduino Nano foi escolhido para ser usado no satélite graças ao seu tamanho reduzido, e o número de portas suficiente para ligação de todos os sensores. Já para a base, qualquer Arduino poderia ser utilizado, pois nela só temos 1 sensor ligado.

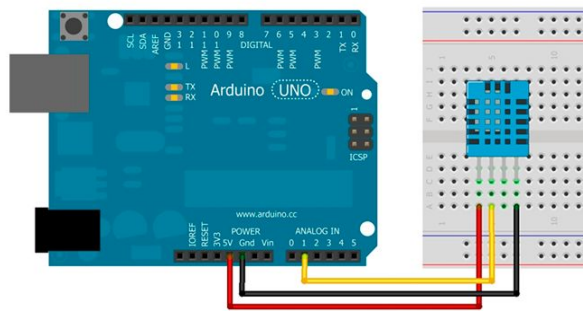
Algo muito importante na ligação elétrica dos sensores é a voltagem com a qual eles operam, uma ligação na voltagem errada pode acabar danificando o sensor, como é o caso de um dos BMP280, medidor de pressão e altitude, adquiridos pelo grupo, que por falta de cuidado foi ligado em uma voltagem de 5V, quando o mesmo deve operar com 3.3V. Isto acabou queimando o sensor, levando o grupo a ter que comprar outro, e para evitar o mesmo erro por parte do leitor deste relatório, será colocada uma tabela com a voltagem de todos os sensores usados.

Sensor	BMP280	DHT11	Neo6m	RF 433Mhz
Voltagem (Volts)	3.3	5	5	5

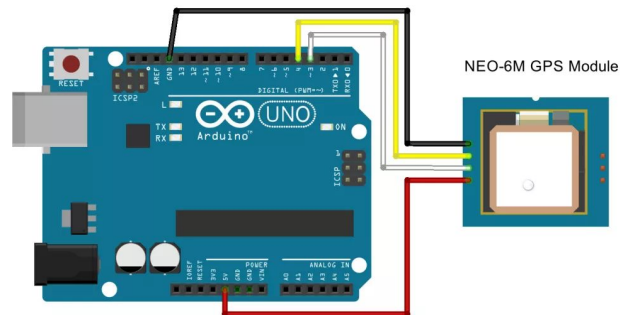
Sabendo de todas as voltagens-base de cada sensor, teremos a seguir o esquema de ligação de cada um deles com a placa Arduino. Não serão disponibilizados os códigos individuais de cada ligação, pois todos os esquemas aqui mostrados estão, no final do trabalho, referenciados ao site com o tutorial de ligação completo para cada um dos sensores.



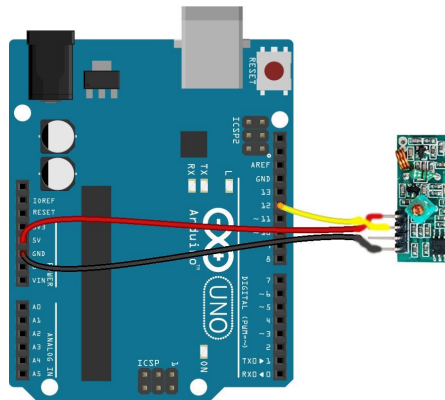
**Esquema de ligação do módulo BMP280.**



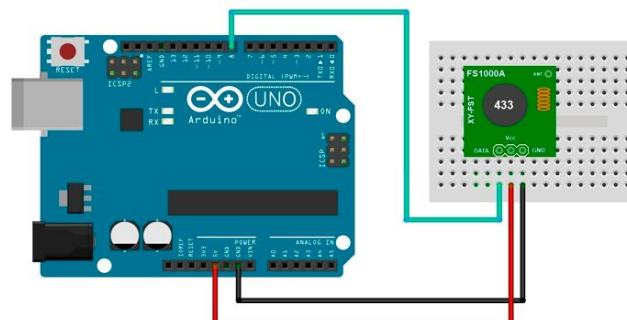
**Esquema de ligação do módulo DHT11.**



**Esquema de ligação do módulo GPS Neo-6m.**

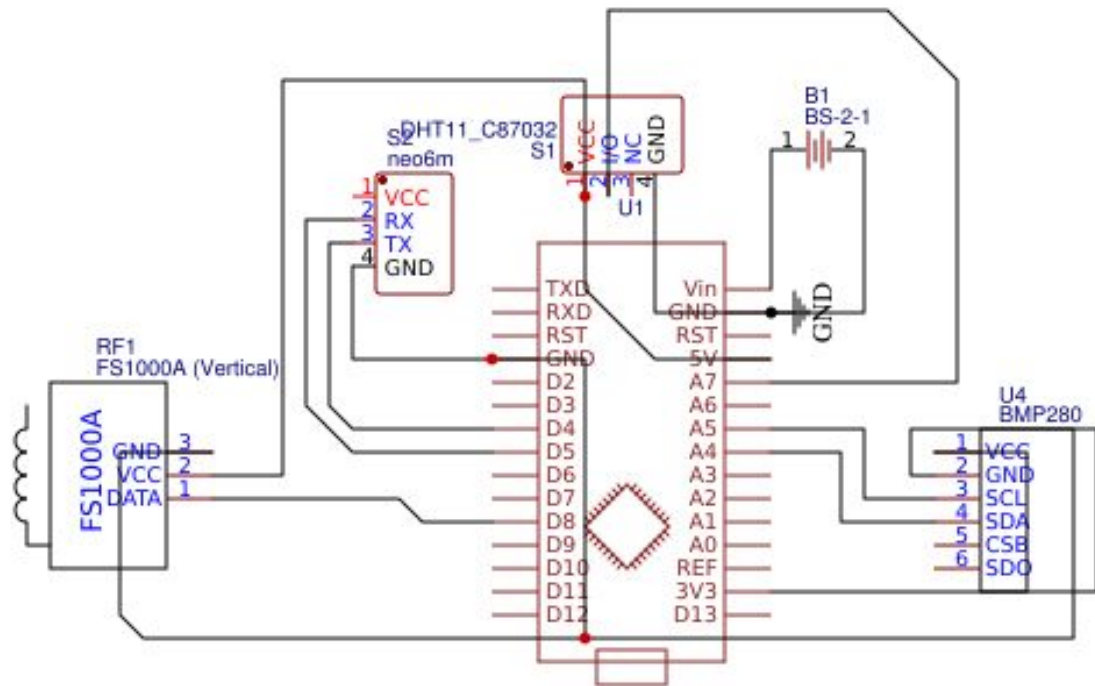


**Esquema de ligação do módulo RF433Mhz receptor.**



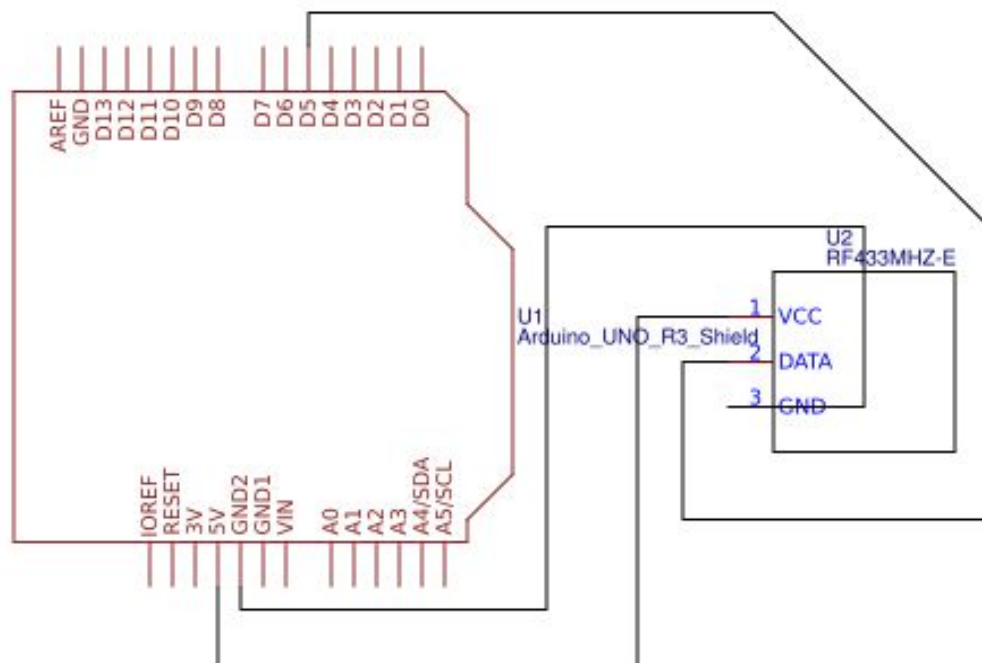
**Esquema de ligação do módulo RF433Mhz transmissor.**

Com todos os sensores ligados ao satélite, temos o seguinte diagrama elétrico:



**Esquema elétrico do satélite.**

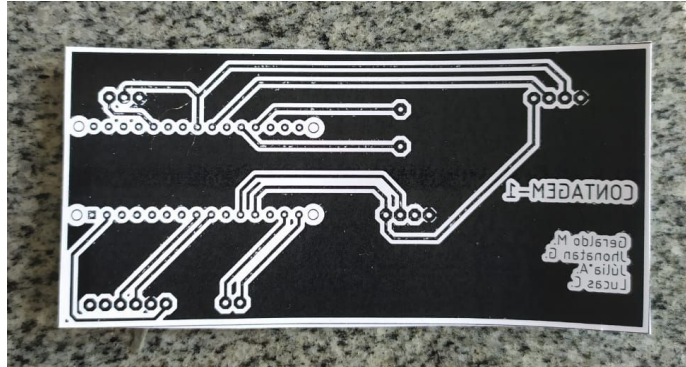
Já para a base temos o seguinte diagrama elétrico:



**Esquema elétrico da base receptora.**

Com o esquema elétrico feito, faltava passar o circuito para uma PCI (Placa de Circuito Impresso), já que a Protoboard onde eram testados os sensores só servia para tais testes. Para isso, utilizou-se o programa Eagle da Autodesk para o design da placa que seria feita.

Com o design pronto, foi impresso em papel fotográfico o esquema de trilhas da placa, ficando desta maneira:



**Papel fotográfico com as trilhas.**

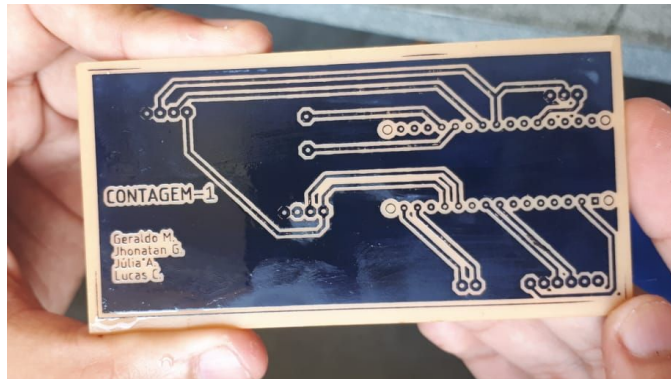
Após a impressão, tal papel é colocado sobre o lado com o cobre de uma placa de fenolite com a dimensão 5,4 x 10 cm. O papel é colado utilizando fita crepe, e é posicionada em uma prensa térmica que aquece e pressiona o papel contra a placa, fazendo a tinta da impressão se desprender do papel e ficar sobre a placa.



**Prensa utilizada.**



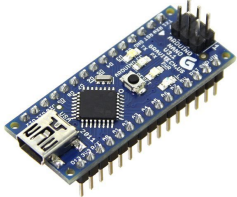
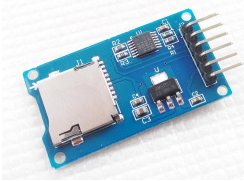
Após tal processo a placa é submersa em Percloroeto de Ferro ( $\text{FeCl}_3$ ), que corrói o cobre que não está coberto pela tinta, deixando apenas as trilhas e a região do ground (terra). Basta então perfurar o local onde serão colocados os sensores e soldá-los.



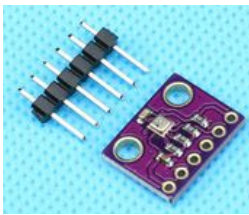
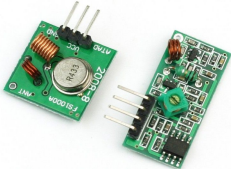
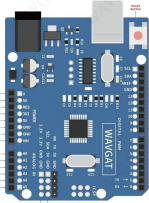

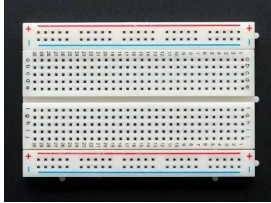
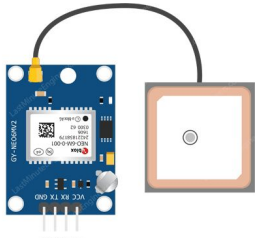



### Resultado final da placa.

Ao final da montagem elétrica o gasto total para a conclusão foi de , considerando os fios, protoboard sensores queimados e placas compradas que acabaram não sendo utilizadas.

Componente	Foto	Utilidade	Preço (R\$) + Nome da loja
Fios		Ligação dos sensores na Protoboard	13,00 R\$ (Eletrogate)
Placa Fenolite		Placa para impressão do circuito	Fornecida gratuitamente pela divisão de laboratórios da Eletrotécnica do CEFET-MG Contagem
2x Arduino Nano		Integração dos sensores do satélite	39,90 R\$ (Eletrogate)
Micro SD interface		Armazenamento dos dados coletados	7,90 R\$ (Eletrogate)



BMP280		Leitura da pressão e altitude	14,90 R\$ (Eletrogate)
RF433Mhz		Envio e recepção de dados	12,90 R\$ (Par) (Mercado Livre)
Arduino Wavgat UNO R3		Placa da base receptora	8,46 R\$ (Aliexpress)
DHT11		Leitura da umidade e temperatura	15,90 R\$ (Eletrogate)
Protoboard		Teste de ligação dos sensores	14,90 R\$ (Eletrogate)
GPS Neo6m		Leitura da latitude e longitude	39,90 R\$ (Mercado Livre)
Buzzer		Emissão de um sinal sonoro para localização do satélite	Concedido por um aluno (e contribuinte do projeto) do curso de eletroeletrônica
<b>Preço total:</b>			<b>167,70 R\$</b>

**Preço e utilidade dos componentes usados.**

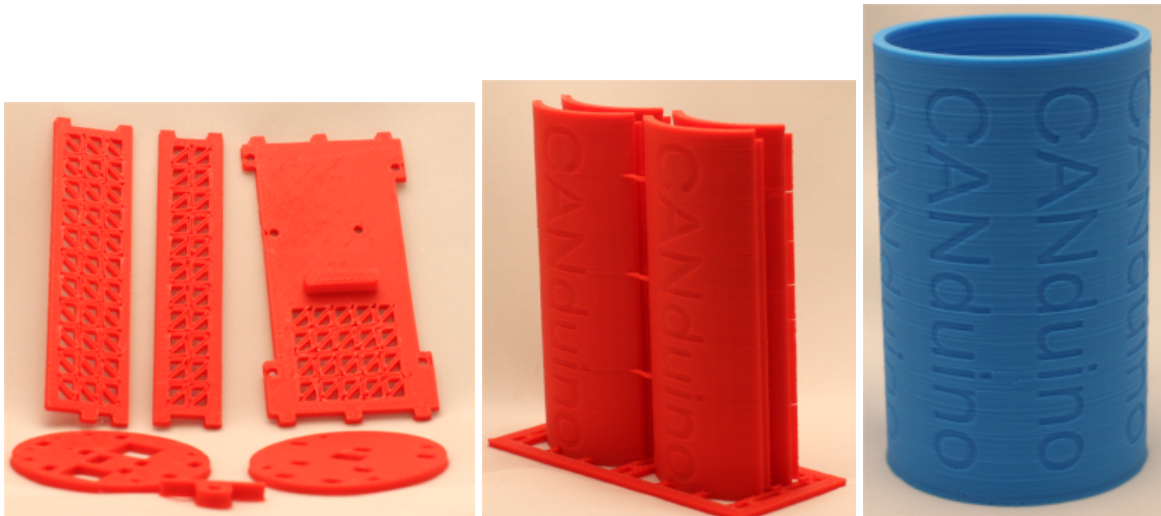
## 2.2.2 MONTAGEM ESTRUTURAL

A parte estrutural do satélite engloba o corpo que envolve os sensores e as “gavetas” onde os componentes eletrônicos são apoiados. O primeiro material a ser cogitado para o desenvolvimento do corpo foi uma latinha mais uma estrutura metálica de arame dentro.



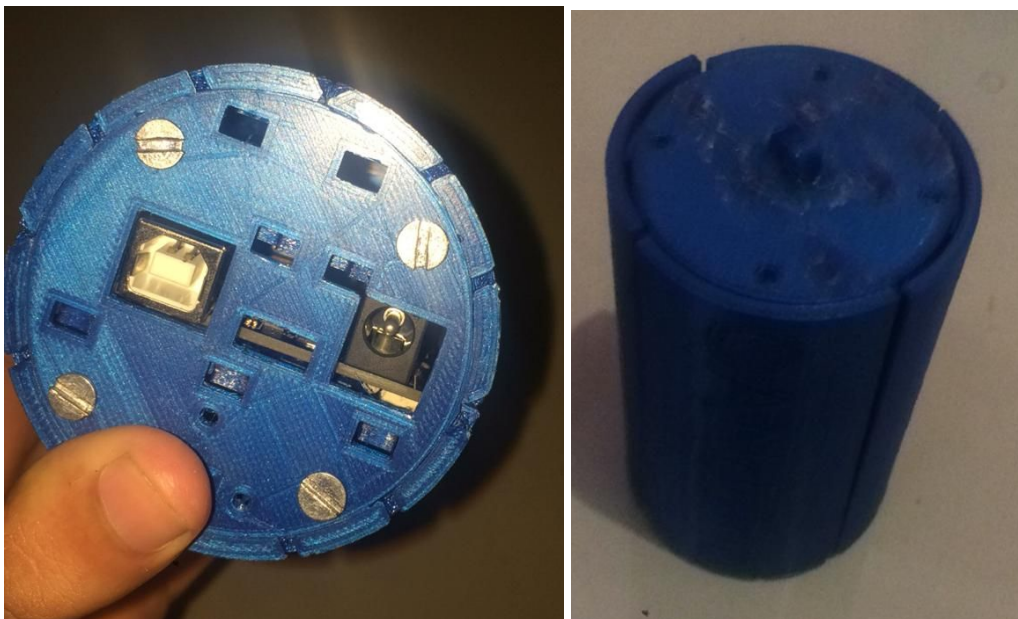
**Materiais do primeiro projeto de estrutura.**

Porém, devido à dificuldades no manuseio da estrutura criada e sua relativa fragilidade, descartou-se a sua possibilidade de uso. O grupo então pensou na possibilidade de uso de uma impressora 3D, visto que previamente havia sido encontrado no site CANduino.eu, um arquivo para impressão 3D com a estrutura de um Cansat. Entretanto, os orçamentos de impressão não ficavam abaixo dos 200 R\$, que acabava extrapolando o custo máximo que o grupo tinha a disponibilidade de pagar. Surgiu então a possibilidade de imprimir a estrutura no próprio CEFET, sugestão dada pelos membros da equipe CEFEST Aerospace.



**Partes do corpo da estrutura encontrada no site CANduino.**

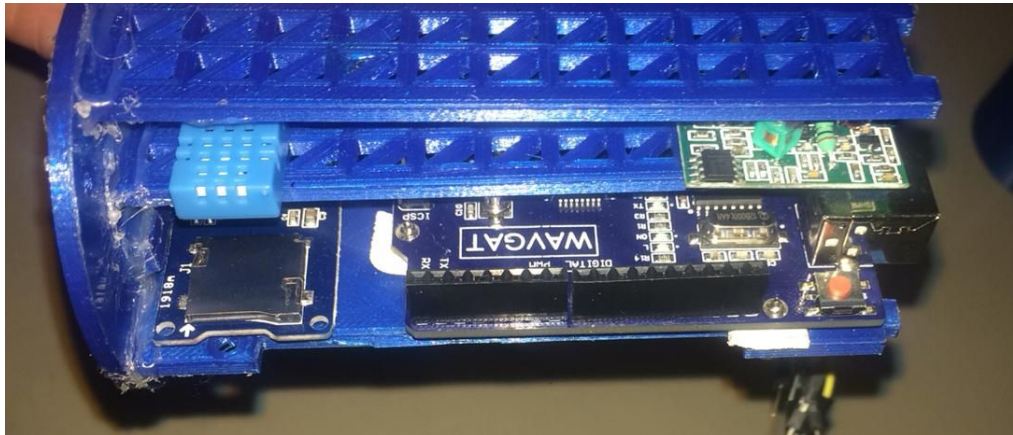
A estrutura foi então, impressa no Campus VI do CEFET-MG, ficando pronta em cerca de 1 semana e sendo produzida em plástico PET, assim como recomendado no site da CANduino. Como pode ser analisado pela imagem, além da estrutura em formato de lata, temos também algumas “gavetas”, onde podem ser apoiados os sensores, o Arduino e a placa impressa. Além das gavetas, o layout da estrutura permite a acoplagem de um pára-quedas –necessário para o lançamento– e possui alguns orifícios em um de seus lados para passagem de cabos e antenas.



**Lado para passagem dos cabos e antenas. Lado com adaptador para o pára-quedas**



Para junção de todas as partes impressas, foram usados 8 parafusos de 35mm na acoplagem das partes laterais às faces do cilindro, e cola quente para colagem das gavetas-suporte também nas faces do cilindro.



**Disposição das gavetas onde os sensores são apoiados.**

De forma a facilitar a manutenção do dispositivo, o grupo optou por deixar a face onde a gaveta é fixada desparafusada da estrutura até o momento do lançamento, desta forma o acesso de última hora aos sensores se tornou muito mais rápido.

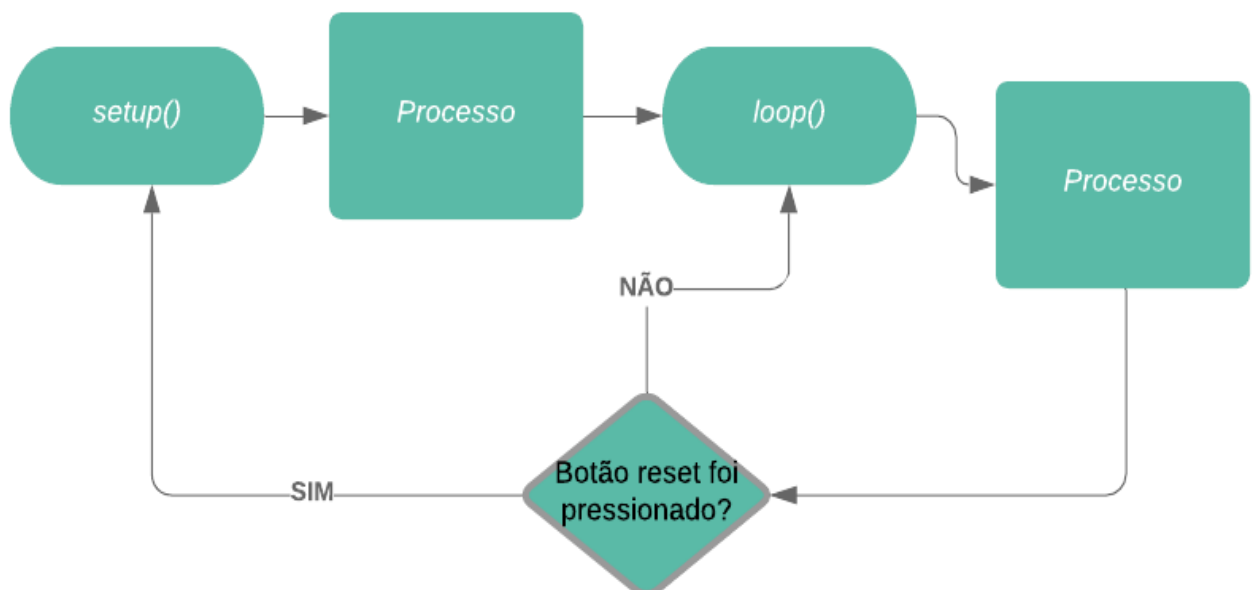


**Posição semi-aberta planejada pelo grupo para facilitar o manuseio.**

### 2.2.3 PROGRAMAÇÃO

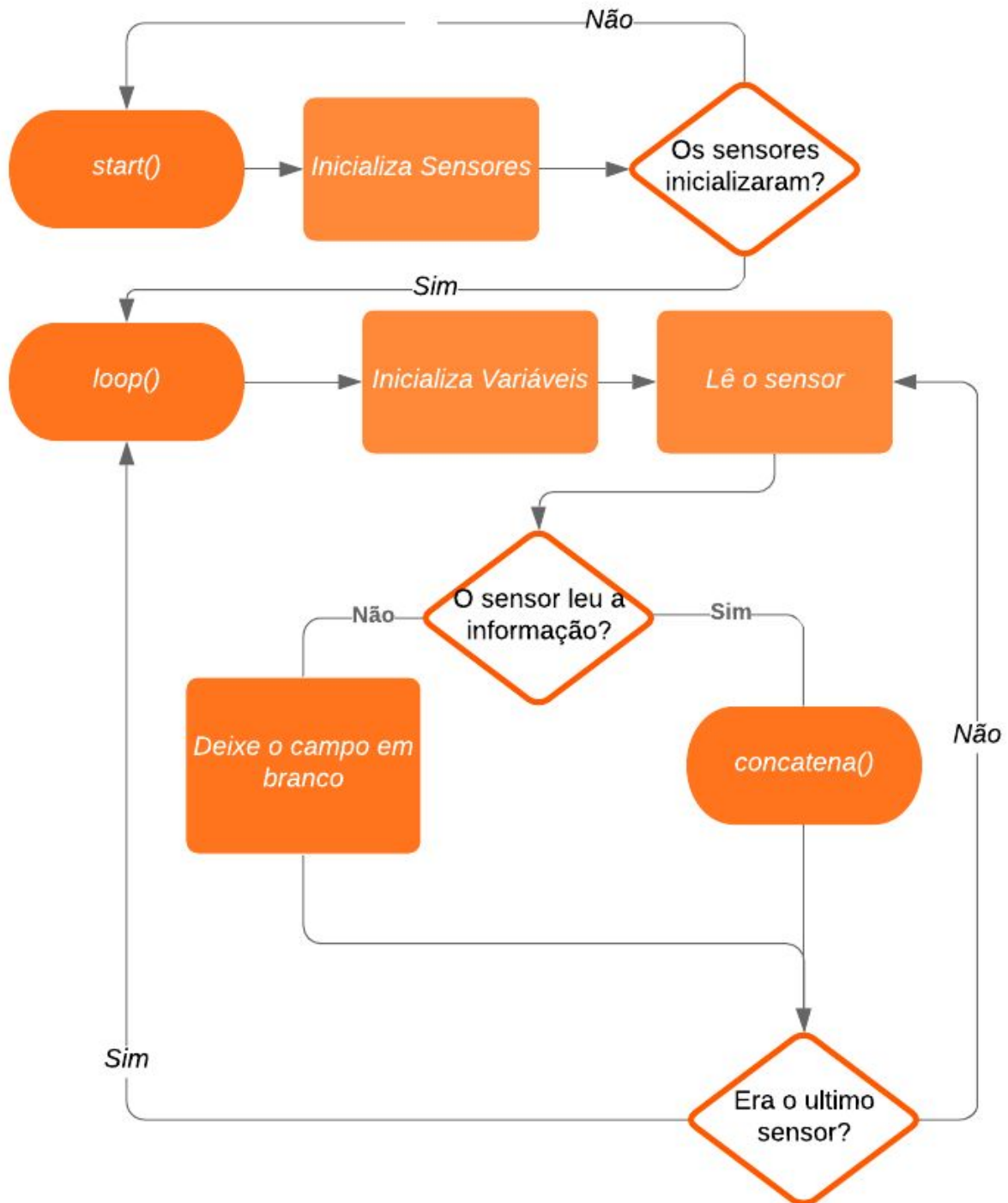
A codificação dos microcontroladores Arduino foi desenvolvida em conjunto com a parte elétrica, o código foi sendo implementado a cada novo sensor integrado. A linguagem utilizada é a linguagem nativa das placas Arduino, o C++. A escolha desta linguagem se deve à diversos fatores, como a utilização de ponteiros e modificações diretamente nos blocos de memória, o que dá ao programador um controle maior, além de que a linguagem abre a possibilidade de utilizar Orientação à Objetos, um paradigma de programação que propõe uma diferente organização do código.

Nas placas Arduino temos algumas funções (trechos de código que realizam uma determinada ação dentro do sistema) pré definidas, das quais foram usadas a *setup()*, que é executada assim que o dispositivo é ligado e é utilizada para inicializar os sensores e definir alguns valores iniciais. E a função *loop()*, que é executada a cada ciclo do sistema até que o botão reset seja pressionado ou a placa seja desligada. Nesta função são colocados os processos que vão acontecer repetidamente, como a leitura dos sensores e o envio dos dados.



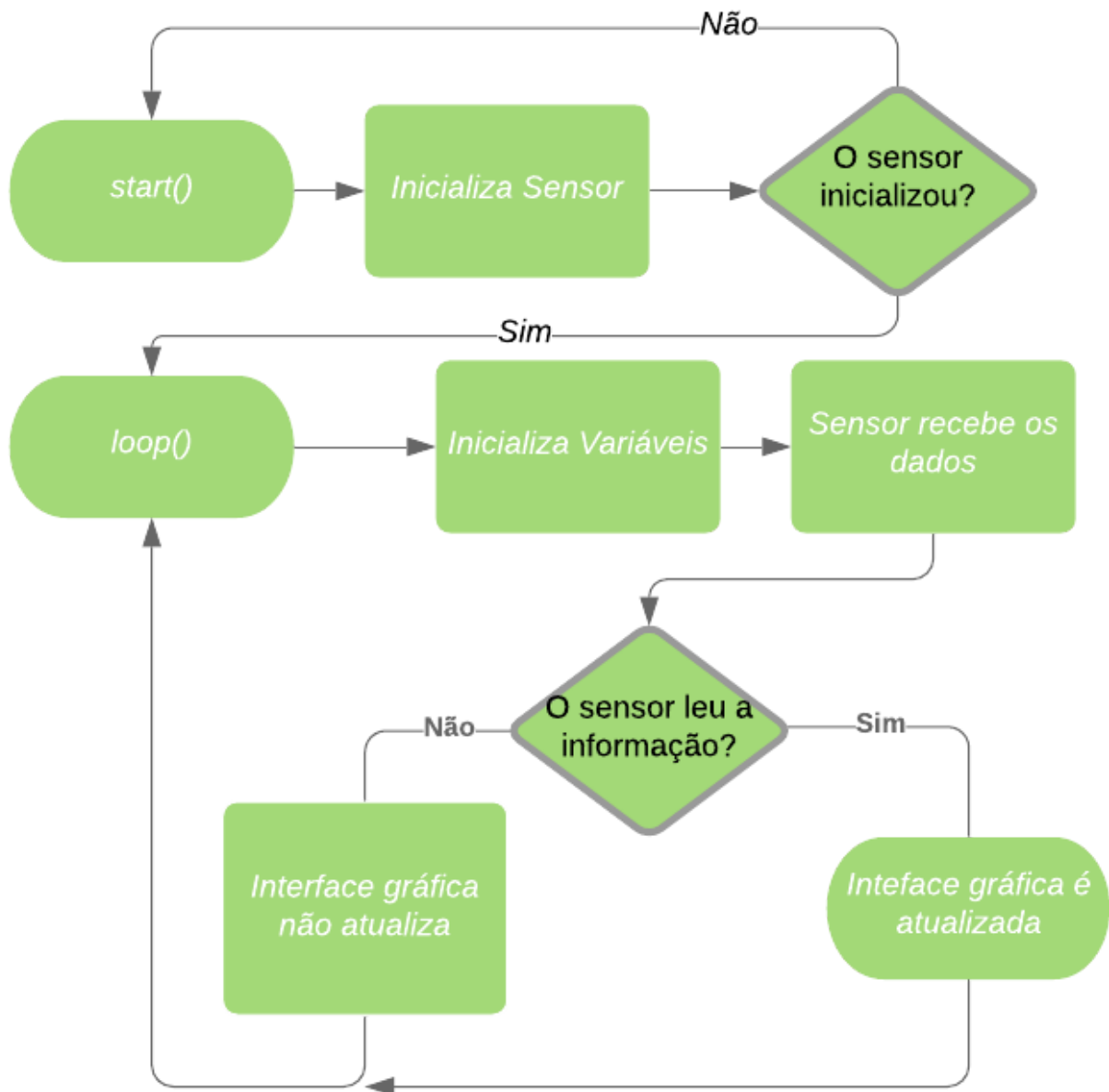
**Diagrama básico de funcionamento do Arduino.**

No desenvolvimento do código usado no satélite, foram mesclados os algoritmos individuais de cada sensor, e embora não tenha sido utilizada a orientação à objetos nesta parte, houve certa modularização do código, através da criação de funções. Desta forma temos no satélite o seguinte diagrama de atividades:



**Diagrama de atividades do Arduino no satélite.**

Na programação da base temos um diagrama semelhante, porém temos apenas um sensor ligado na placa. Este sensor recebe os dados enviados do satélite e os imprime na porta serial do arduino, ou seja, os transmite para o computador. O diagrama de atividades fica desta maneira:

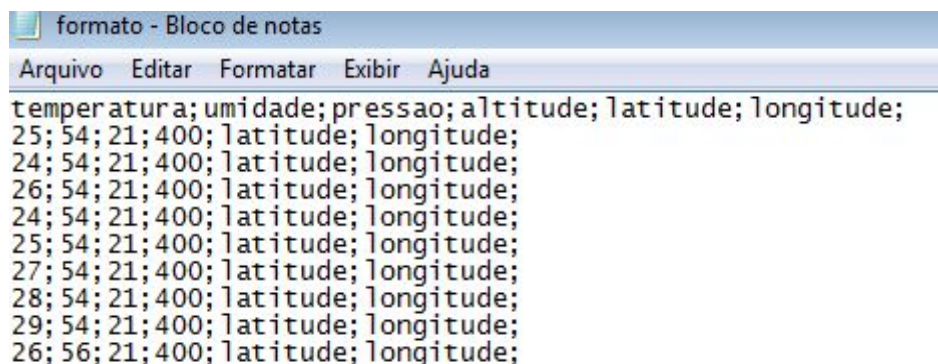


**Diagrama de atividades da base.**

## 2.3 COLETA DOS DADOS

A coleta de dados provenientes do Cansat é parte essencial deste trabalho, visto que além de muito importantes, estes mesmos dados são de grande utilidade para vários fins. Sendo assim primeiramente se faz necessário o armazenamento dos dados de maneira segura e contínua para que posteriormente possam ser acessados de maneira prática e simples, pois as áreas que atuam com estes dados são amplas e por isso devemos fornecer acessibilidade a todos quanto possíveis.

Nossa opção de armazenamento prolongada se encaixou muito bem com o que o Arduino já nos oferecia, assim decidimos armazenar os dados em um arquivo de texto(.txt). Arquivos de texto são ótimos para armazenar dados a maneira como nos é retornados pelo Arduino, visto que podemos formatar a maneira como são salvos estes dados, facilitando o acesso a eles através de futuras aplicações feitas e,além disso permite fácil acesso a qualquer pessoa, dada sua praticidade e familiaridade para qualquer usuário.



```
formato - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
temperatura;umidade;pressao;altitude;latitude;longitude;
25; 54; 21; 400; latitude; longitude;
24; 54; 21; 400; latitude; longitude;
26; 54; 21; 400; latitude; longitude;
24; 54; 21; 400; latitude; longitude;
25; 54; 21; 400; latitude; longitude;
27; 54; 21; 400; latitude; longitude;
28; 54; 21; 400; latitude; longitude;
29; 54; 21; 400; latitude; longitude;
26; 56; 21; 400; latitude; longitude;
```

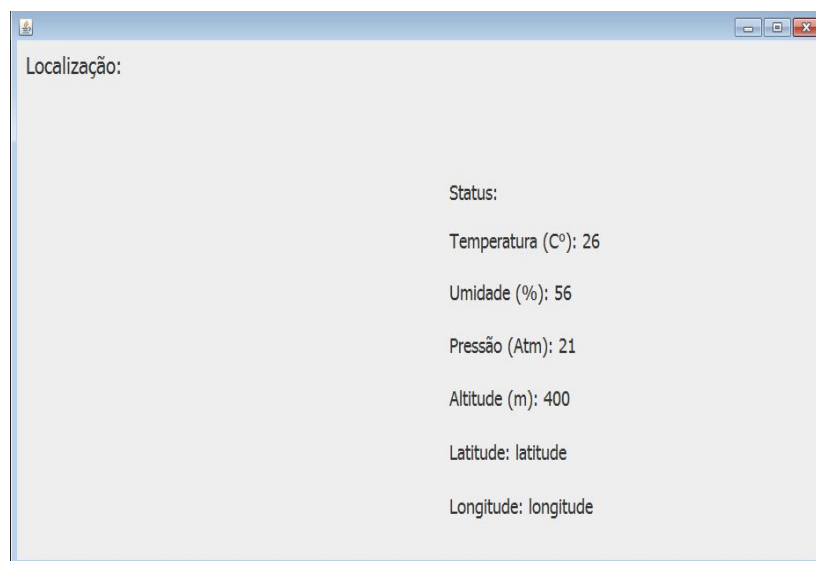
### Imagem ilustrativa do arquivo de texto

Os dados foram formatados de forma que possamos separar e identificar cada tipo de dado recebido e além disso, cada linha representa um novo envio, melhorando a distribuição e organização dos dados recebidos.



Após completarmos os requisitos para a manutenção e coleta dos dados, ainda se fazia necessário uma maneira de apresentá-los a todo instante durante o uso do satélite, assim sendo, se fez necessário uma interface que nos apresentasse em tempo real os dados que recebemos do satélite enviado. Sendo assim, iniciamos a construção de uma interface gráfica e java utilizando de um pacote da linguagem Java já previamente estudado pelo grupo durante o curso. A GUI (Graphical User Interface), é um pacote do Java que nos permite criar interfaces interativas para que o usuário possa acessar dados de maneira mais simples e amigável. Trabalhar com esta interface foi bastante lucrativo para o grupo e mais ainda para o desenvolvimento do trabalho, visto que o conteúdo já havia sido previamente estudado por todos os integrantes.

A interface precisava ser amigável e também apresentar em tempo real os dados enviados para o computador. Utilizamos das bibliotecas do Java Swing e AWT para implementar a interface gráfica, assim foi possível atingir um resultado satisfatório.



**Interface implementada**

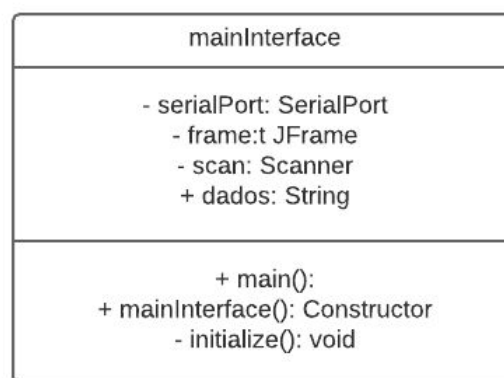
Os dados apresentados na interface são retirados diretamente da porta serial do Arduino via USB, mas não interfere nos dados serem salvos no arquivo de texto, assim conseguimos manter ambas as partes funcionando.

Nossa interface também permite que novos tipos de dados bem diferentes dos retirados atualmente sejam requisitados e repassados ao usuário, visto que

poucas mudanças no código fonte seriam necessárias neste caso, entretanto também é de interesse do grupo futuramente desenvolver melhor esta mesma parte para que todo o projeto seja adaptável a novas experiências

A conexão entre a interface e a porta serial do Arduino é feita graças a biblioteca JSSC (Java Simple Serial Connector) que permite conexão com a porta serial do Arduino, para assim ocorrer a transferência de dados entre as partes.

No código fonte temos algumas coisas importantes que devemos ressaltar. A primeira delas é a função *initialize()*, que cuida da maior parte da funcionalidade, onde além de instanciar os atributos da interface também cuida para que os atributos provenientes da Arduino sejam direcionados para sua posição correta, nela também cuidamos da retirada dos dados do Arduino e transportá-los para uma String para então ser possível que os valores sejam trabalhados dentro do código Java. O segundo ponto é a instância do atributo *serialPort*, essencial para a conexão com o Arduino.



**Diagrama da classe mainInterface**

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O satélite foi lançado no dia 26 de julho de 2019 no INPE, onde estava ocorrendo a 2º versão da competição de nanossatélites CubeDesign. No lançamento foi feita a coleta dos seguintes dados:

```

Recebido: 77.0000 % -> Umidade
Recebido: 26.0000 C° -> Temperatura
Recebido: 77.0000 % -> Umidade
Recebido: 26.0000 C° -> Temperatura
Recebido: 77.0000 % -> Umidade
Recebido: 26.0000 C° -> Temperatura
Recebido: 77.0000 % -> Umidade
Recebido: 26.0000 C° -> Temperatura
Recebido: 77.0000 % -> Umidade
Recebido: 26.0000 C° -> Temperatura
Recebido: 77.0000 % -> Umidade
Recebido: 26.0000 C° -> Temperatura
Recebido: 71.0000 % -> Umidade
Recebido: 27.0000 C° -> Temperatura
Recebido: 71.0000 % -> Umidade

```

### **Dados coletados no lançamento feito no INPE.**

Com este lançamento, conseguiu-se testar os principais sistemas do satélite e como eles se comportam num lançamento real. Percebeu-se que o sensor de Rádio só funcionava até 30 metros em média, mostrando que para lançamentos, o investimento no sensor de Rádio deve ser maior, podendo considerar os sensores LoRa (Long Range), que possuem uma distância de até 3 quilômetros.

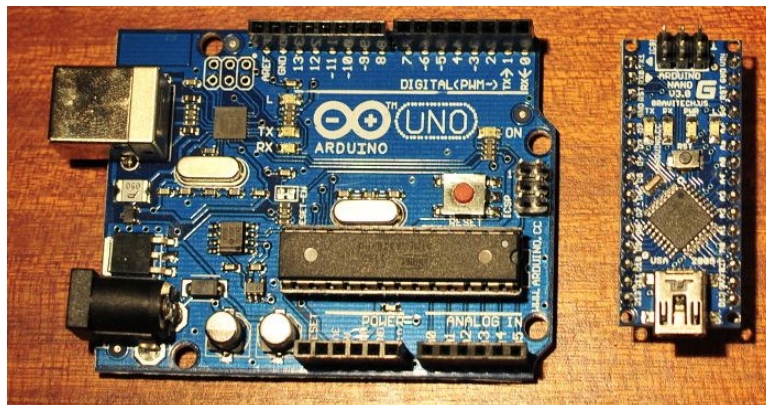
O desenvolvimento do trabalho permitiu que a premissa inicial do Cansat fosse provada, já que temos os sistemas mais básicos de um satélite de grande porte implementados, e que sua missão foi concluída. Porém, uma série de modificações tiveram que ser feitas durante o desenvolvimento, de forma a adaptar o satélite aos recursos disponíveis. Das mudanças feitas, algumas podem ser citadas neste documento dada sua importância.

A primeira grande mudança feita no projeto foi a troca da estrutura metálica para o plástico impresso na impressora 3D no CEFET, o que mudou toda a forma de pensar como os sensores iriam se distribuir dentro da estrutura, e aumentou muito a resistência e durabilidade do satélite.



**Evolução da estrutura.**

A segunda grande mudança feita foi no sistema interno do satélite, com a substituição da placa Arduino Uno R3 para o Arduino Nano. Esta mudança foi feita pensando no ganho de tamanho que a nova placa iria proporcionar, já que o Arduino Nano é menor quando comparado com o Uno.



**Comparativo de tamanho, Arduino UNO x Arduino Nano**

A última grande mudança feita foi no sistema de envio dos dados coletados. Inicialmente o envio seria feito via GPRS/GSM, uma tecnologia para o envio de dados celulares via rádio. Para o envio com esta tecnologia, utiliza-se uma placa com um chip de celular e uma antena GPS. O chip de celular atribui à placa um número, para que ela possa efetuar requisições de envio de mensagens SMS ou ligações. E então, os dados de localização seriam enviados via SMS. Porém, a placa adquirida se mostrou muito

grande para a estrutura escolhida, além de que chegou com alguns defeitos. Então optou-se para envio dos dados através dos sensores RF 433Mhz, que além de enviarem todos os dados (não somente os de localização), eram muito mais compactos e iriam caberia de forma tranquila na estrutura.



**Placa GPRS que inicialmente seria usada.**

Portanto, existem 3 razões pelas quais este estudo pode ser considerado um sucesso cientificamente e educacionalmente. A primeira delas é o sucesso do lançamento do Contagem-1, efetuando a coleta e o envio dos dados. A segunda é a produção deste relatório, de forma a divulgar e tornar acessível o aprendizado do grupo neste projeto. E a terceira é a adição que este projeto traz à comunidade científica do CEFET-MG, já que o satélite será deixado na instituição para alunos que no futuro queiram se aventurar no mundo da eletrônica, informática e engenharia.

## 4 CONCLUSÃO

Este trabalho caracterizou-se, por si só, em ser um processo didático que simula situações reais no âmbito da ciência aeroespacial. Antes de 1998, como já foi dito anteriormente neste documento, a ideia do nanosatélite não era aplicada no meio

acadêmico, para os alunos da Engenharia Aeroespacial, os estudos acerca dos satélites eram feitos, em sua maioria, por pesquisas científicas teóricas, devido ao alto custo da confecção de um grande satélite em uma Universidade.

Contudo, após a implementação de pequenos satélites nos ambientes acadêmicos, a área da Aeroespacial foi impulsionada por diversas pesquisas acadêmicas e artigos científicos, agora não só feitos por órgãos governamentais, mas principalmente por pesquisadores(as) dentro de Universidades.

No nanossatélite “CONTAGEM - 1”, apresentado neste relatório, todos seus processos de confecção podem ser relacionados à etapas de construção de um projeto de grande porte. Primeiramente foi pensado o objetivo do Cansat, nesse objetivo está incluído a que altura máxima o dispositivo teria a capacidade de alcançar para definir os componentes eletrônicos necessários e toda parte de proteção dos componentes. Além disso, foi planejado quais sensores seriam utilizados para determinados tipos de coleta de dados, antes da escolha dos dados, que posteriormente seriam coletados, foi feita uma análise de que tipo de fenômeno iríamos observar com o nanosatélite. Ao final dessa análise, foi concluído que as informações coletadas seriam voltadas para estudo de áreas danificadas em sua biodiversidade, a fim de apresentar o quadro de temperatura e umidade desses locais, além de informar a localização e pressão atmosférica do ambiente.

Para esse objetivo de estudo dos dados, o projeto foi integrado ao curso de Controle Ambiental da unidade CEFET-MG contagem, a integração aconteceu em um projeto adjacente ao Trabalho de Conclusão de Curso, com a participação do aluno Yan Anderson Sant’Ana Silva do terceiro ano de Controle Ambiental.

Segundamente foi iniciada a compra dos equipamentos eletrônicos, após a compra, a carcaça do dispositivo foi impressa no CEFET-MG campus VI, sem custos monetários. A partir da compra, todo o processo de construção, já descrito neste relatório, foi executada. Ao final da construção, o satélite foi lançado no INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - em uma viagem financiada pelo CEFET-MG.

Por fim, todo o processo de simulação da confecção de um Satélite foi concluído: O planejamento da missão, a construção, e o lançamento. Mas além da produção do Cansat, para a continuidade do projeto, o trabalho tem como objetivo servir de material didático para brasileiros e/ou instituições que desejam construir um nanosatélite, tendo

em vista que há poucos materiais disponíveis traduzidos para o português, ou feitos no Brasil. Com isso, o grupo pretende apresentar o projeto em congressos relacionados ao tema do trabalho, a fim de contribuir não só ao nosso conhecimento pessoal, mas também à comunidade científica no âmbito das pesquisas de eletrônica, física, programação e de tratamento dos dados coletados.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

AMADO, Jorge. **Capitães de areia**. Rio de Janeiro, Record, 1991. 233 p.

PRADO, Geraldo. **A arena científica. Ciência da Informação**, Brasília, v. 24, n. 2, 1995. Recensões. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cionline/inicio.htm>>. Acesso em: 16 dez. 2003.

**SGDC-1**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/SGDC-1>>. Acesso em: 29 out. 2019.

**CubeSat**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/CubeSat>>. Acesso em: 29 out. 2019.

**SPORT**. Disponível em: <<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/s/sport>>. Acesso em: 29 out. 2019.

**CubeSat Database**. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/slu.edu/swartwout/home/cubesat-database>>. Acesso em: 29 out. 2019.

MENDES, Naelton. **CubeSat, minissatélite ao seu alcance**. Disponível em: <<https://www.deviant.com.br/noticias/ciencia/cubesat-minissatelite-ao-seu-alcance/>>. Acesso em: 29 out. 2019.

**Raspberry**. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/products/>>. Acesso em: 31 out. 2019.

**Arduino vs Raspberry**. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-vs-raspberry-pi/>>. Acesso em: 31 out. 2019.

**Monitorando Temperatura e Umidade com o sensor DHT11**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/monitorando-temperatura-e-umidade-com-o-sensor-dht11/>>. Acesso em: 1 Nov. 2019.

**CANduino**. Disponível em: <<http://candduino.eu/>>. Acesso em: 2 Nov. 2019.

**Arduino Wavgat Uno R3 Atmega 328 Ch 340g + Cabo Usb**. Disponível em: <<https://pt.aliexpress.com/item/32980200466.html>>. Acesso em: 2 Nov. 2019.

ФЛАГМАНСКОЙ, аналог. **Arduino Nano: распиновка, схема подключения и программирование**. Disponível em:



<<http://wiki.amperka.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:arduino-nano>>. Acesso em: 29 out. 2019.

**Placa fenolite lisa 5x5.** Disponível

em:<<https://www.smartprojectsbrasil.com.br/placa-fenolite-lisa-5x3cm>>. Acesso em: 4 Nov. 2019.

**Arduino NANO V3.** Disponível em:

<<https://www.seeedstudio.com/Arduino-Nano-v3-p-1928.html>>. Acesso em: 4 Nov. 2019.

**Como usar com Arduino – Sensor de Pressão e Temperatura BMP280.** Disponível em:

<<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-de-pressao-e-temperatura-bmp280/>>. Acesso em: 4 Nov. 2019.

**Módulo RF 433Mhz receptor arduino.** Disponível em:

<[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1074517391-modulo-rf-transmissor-receptor-433mhz-arduino-pic-raspberry-\\_JM?matt\\_tool=79246729&matt\\_word&gclid=Cj0KCQiAtf\\_tBRDtARIsAlbAKe3HvB-glIDqAfbkhRs6-0vBVgwoUEap8bFW1KVB0HjkLnkaybM4GSY aAriaEALw\\_wcB&quantity=1](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1074517391-modulo-rf-transmissor-receptor-433mhz-arduino-pic-raspberry-_JM?matt_tool=79246729&matt_word&gclid=Cj0KCQiAtf_tBRDtARIsAlbAKe3HvB-glIDqAfbkhRs6-0vBVgwoUEap8bFW1KVB0HjkLnkaybM4GSY aAriaEALw_wcB&quantity=1)>. Acesso em: 4 Nov. 2019.

**Protoboard 400 pontos.** Disponível em:

<<https://www.eletrogate.com/protoboard-400-pontos>>. Acesso em: 4 Nov. 2019.

**Interfacing Ublox NEO-6M GPS Module with Arduino.** Disponível em:

<<https://lastminuteengineers.com/neo6m-gps-arduino-tutorial/>>. Acesso em: 4 Nov. 2019.