

**Projeto**  
**ITASONDA**

Desenvolvimento de Balões de Sondagem  
de Baixo Custo  
para Medidas de Perfis Verticais  
de Radiação na Atmosfera



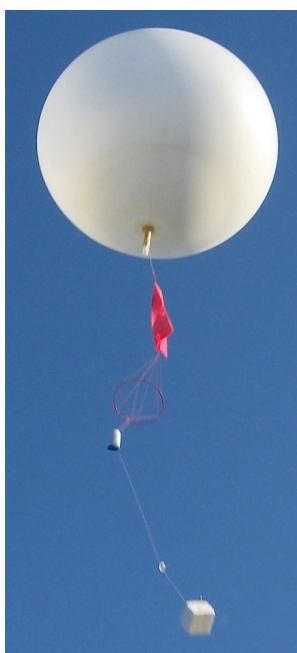
Julho 2016

## Resumo

Balões de grande altitude são convencionalmente usados para coletar dados meteorológicos, incluindo pressão, temperatura, umidade e velocidade do vento, até uma altitude de pelo menos 30 km. O escopo objetivo deste projeto é desenvolver e lançar balões de sondagem de baixo custo com rastreamento em tempo real e coleta de dados de contagem de radiação ionizantes em função da altura assim como dados de GPS e temperatura e pressão atmosférica. Os dados coletados durante o voo do balão serão armazenados em um cartão SD e enviados via SMS para um telefone celular no solo. Através do rastreamento do balão via GPS, será possível registrar a sua posição para uma eventual recuperação da carga útil. Todo esse desenvolvimento mecânico, eletroeletrônico e de computação, será feito por alunos dos 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> anos do Ciclo Fundamental do ITA. Também medir o perfil vertical da radiação ionizante a partir do solo até alturas de 30 km de altitude será pela primeira vez feita no campus do ITA pelos seus próprios alunos.

## Introdução

O balão de radiossondagem será constituído por três sistemas, como pode ser visto na Figura 1. O balão proporciona a elevação necessária usando o empuxo pelo hidrogênio. A radiossonda é amarrada abaixo do balão, e contém os componentes eletrônicos necessários para a coleta de dados e comunicação com os usuários no solo. Ao atingir a altura aproximada de 30 km, o balão explode e a carga útil volta ao solo com a velocidade de queda amortecida pelo paraquedas.



Balão meteorológico de neoprene preenchido com hidrogênio. O diâmetro inicial do balão no solo é de 2m. A 30 km de altura, o diâmetro do balão expande para cerca de 10 m.

Paraquedas de recuperação. Após a explosão do balão a 30 km de altura, o paraquedas amortece a queda da carga útil.

Carga útil, com uma massa de menos de 500 g, a carga útil consiste dos sensores de radiação, temperatura e pressão e instrumentos de telemetria e rastreamento GPS.

Figura 1. Sistema de radiossondagem de alta altitude.

A principal contribuição desse projeto será o desenvolvimento do sistema de medidas de radiação, telemetria por telefonia celular e rastreamento via GPS com o objetivo de fornecer em tempo real a aquisição e transmissão dos dados coletados para o solo. O uso do rastreamento é necessário para determinar a trajetória e recuperação da carga útil e dos dados armazenados em uma unidade de memória (cartão SD), caso ocorra algum problema na transmissão de dados durante o voo do balão. O uso da telefonia celular é uma tentativa de minimizar os custos de operação de radiossondas, visto que transmissores e receptores de rádio de alta potência (como os utilizados em radiossondas comerciais) são muito caros, o que inviabiliza o uso desse tipo de experimentos com fins educacionais e pedagógicos. Para a transmissão de dados será utilizados módulos GSM de baixo custo e os dados coletados serão enviados via SMS para o telefone celular dos alunos em solo.

O projeto estará baseado no uso da plataforma Arduino. O Arduino é uma plataforma de prototipagem bastante conhecida no meio educacional. Com essa plataforma, é possível a idealização e construção de projetos digitais a um custo baixo e com um nível de complexidade bastante reduzido e acessível a alunos de graduação.

### Visão Geral do Projeto e Principais Componentes

Os requisitos de hardware e software para o projeto ITASONDA consistirão de em quatro tarefas: lançamento comunicação, localização e sensores. Para cada tarefa será criado um grupo de trabalho consistindo de cerca de 5 alunos. A escolha desse número de alunos por tarefa é uma maneira de assegurar ampla participação da classe no projeto e realização das tarefas em tempo mais reduzido. A plataforma Arduino será utilizada para controlar todos os aspectos da comunicação, localização e sensores. Nessas três tarefas, os alunos terão a responsabilidade de criar software e integrar os sistemas. Na tarefa lançamento, os alunos terão a responsabilidade de coordenar os diversos aspectos do lançamento tais como o preenchimento do balão, a logística e meteorologia.

Para a transmissão de dados via telefonia celular será utilizado um escudo Arduino com módulo SM5100B, Figura 2 . Dados serão armazenados usando um Datalogger Logomatic, Figure 3.

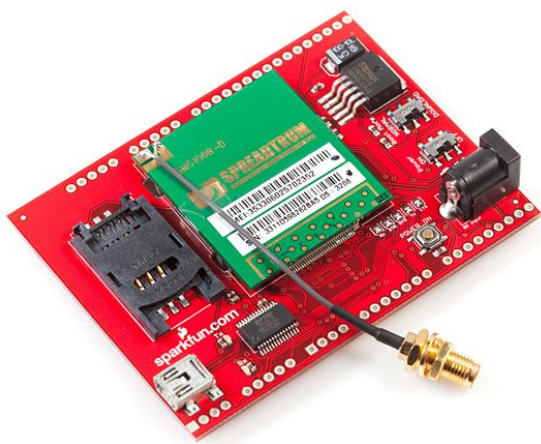


Figura 2. Escudo SM5100B para comunicação.

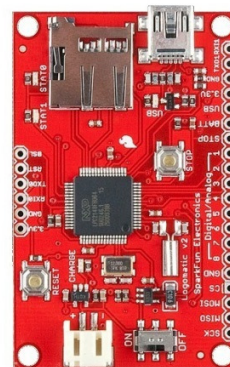


Figura 3. Datalogger Logomatic.

Os sensores de temperatura e pressão são compactos e comercializados para a integração com o Arduino. Os sensores de pressão (BMP180) e temperatura (AM2302), Figuras 4 e 5.

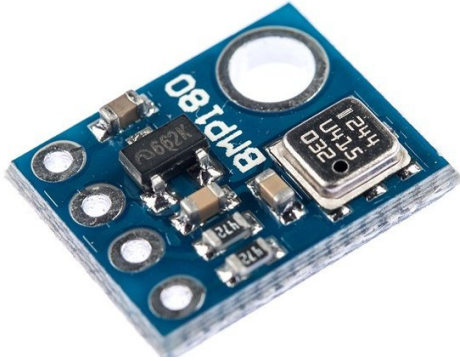


Figura 4. Sensor de pressão BMP180.



Figura 5. Sensor de temperatura AM2302.

O sensor de radiação também está baseado na plataforma Arduino e também é de baixo custo. Esse sensor consiste de um tubo Geiger acoplado a fonte de alimentação e aquisição de dados. Na Figura 6 vemos o instrumento completo. A alimentação desse sistema é realizada com uma bateria de 9V apenas.



Figura 6. Módulo de medidas de radiação com tubo Geiger integrado ao sistema Arduino.

Os balões meteorológicos para o lançamento da radiossonda também são adquiridos comercialmente e a um custo reduzido. Nesse projeto serão utilizados balões de neoprene com capacidade de transportar 600 g de carga a uma taxa de ascensão de aproximadamente 300 m/s.

### **Estimativas de Custo**

Individualmente, o custo dos componentes é relativamente baixo, quando comparados com instrumentos comerciais disponíveis no mercado. Através da importação dos componentes da China, o custo fica ainda mais reduzido. Na construção do sistema completo, o elemento mais caro é o balão com custo aproximado de R\$ 600,00/cada. O custo do sistema todo, incluindo o balão, componentes eletrônicos, e paraquedas para um lançamento é estimado em cerca de R\$ 2200,00. Para que o projeto tenha continuidade e produza resultados pedagógicos e científicos de relevância, são planejados o lançamento de 10 balões. Uma vez que um conjunto tenha sido montado, testado e lançado, será possível a construção em curto tempo de outros conjuntos idênticos.

Dessa forma, a estimativa de recursos necessários para a realização do projeto com o lançamento de um número de balões que permita a comprovação do funcionamento do sistema e a continuidade é de R\$ 22.000,00.

### **Envolvimento dos Alunos**

Um grupo relativamente grande de alunos (> 20) estará envolvido com o projeto em função das diferentes partes que compõem o sistema (preparo do detector, eletrônica associada de bordo, eletrônica associada de terra, preparo do local de lançamento, preparo do gás hidrogênio e cone de inflagem, pedido de NOTAM de voo e coordenação com torre de controle do DCTA). A complexidade do projeto está ao nível dos alunos de graduação dos cursos de engenharia. Além disso, existe uma quantidade farta de recursos referente à plataforma Arduino e componentes e sensores associadas a ela. Como ferramenta pedagógica, o projeto permitirá que os alunos executem um projeto de engenharia com muitas interfaces (de aquisição de dados de relevância científica) com a integração de sistemas e resolução de problemas envolvendo transmissão e recepção de dados, acompanhamento da trajetória do balão e seu resgate em terra após o término do voo.

Grupo de pessoal envolvido:

Prof. Dr. Inácio Malmonge Martin – Fis32 L e Fis46 L da graduação do Fundamental ITA.

Professor Permanente de Pós-Graduação PG-CTE do ITA.

Dr. Mauro A. Alves Pós-Doutorando CAPES-ITA

Dr. Alessandro de Abreu Pós-Doutorando CNPq-ITA.

Divisão de Ciências Fundamentais – Departamento de Física – ITA

São José dos Campos, 04 de julho de 2016

Estimativa de preço por unidade por lançamento

- 1) Placa Arduíno: R\$ 150,00
- 2) Arduíno acoplado ao contador Geiger: R\$ 500,00
- 3) Balão meteorológico: R\$ 600,00
- 4) Escudo SM5100B: R\$ 400,00
- 5) Datalogger Logomatic: R\$ 200,00
- 6) Sensor de pressão BMP180: R\$ 60,00
- 7) Sensor de temperatura AM2302: R\$ 80,00
- 8) Hidrogênio para cada balão: R\$ 60,00
- 9) Caixa de isopor: R\$ 20,00
- 10) Pilhas e baterias de Li-ion; R\$ 30,00
- 9) Miscelânea (cordas ne nylon, fita adesiva, cola, etc.) R\$ 100,00

Total estimado por balão: R\$ 2200,00

Total estimado para 10 lançamentos: R\$ 22.000,00

