

Balão de alta altitude e estudos de radiação cósmica

César H. Pinto¹, Veronica Trevizoli², Gabriel S. de Almeida³, Sergio Shimura⁴

¹ César Hipólito Pinto, Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal fluminense, Física pela UNISO, Mestrado na UFSCar, cesarhipolito@professor.educacao.sp.gov.br

² Veronica Trevizoli, Licenciada e Bacharel em Matemática pelo Centro Universitário Fundação Santo André - Pedagoga pela Uninter - Pós Graduada no Ensino de Física e Matemática pela Universidade São Luis, vt.veronica.trevizoli@gmail.com

³ Gabriel Setti de Almeida, Cursando Ensino técnico Integrado ao ensino médio em eletroeletrônica, Bolsista IFSP, gabrielsetti77@gmail.com

⁴ Sergio Shimura, Pós-Doutor, Orientador IFSP, sergio.shimura@ifsp.edu.br

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo mostrar a etapa de planejamento de voo da missão científica de lançamento de um balão de alta altitude planejado para ocorrer no dia 13/12/2020. A missão consiste no lançamento de um balão de alta altitude (modelo Kaymont 800) do Parque das Águas em Sorocaba (SP) com uma carga útil de aproximadamente 2 kg que conterà equipamentos para medição de radiação cósmica, pressão atmosférica, temperatura e altitude. O objetivo desta missão é validar a eletrônica de telemetria, validar os modelos de simulação da trajetória de voo, recuperar o satélite e no final, coletar e analisar os dados do balão. Neste voo é esperado um alcance de 30 km de altitude, com taxa de subida de aproximadamente 3 metros por segundo e taxa de descida de 10 metros por segundo. Serão coletados dados em tempo real (por telemetria LoRa, de longa distância) e dados durante todo o voo que serão armazenados em cartões de memória. Também serão utilizadas 4 câmeras (3 nas laterais e uma voltada para baixo, para armazenar dados de áudio e vídeo. Para o planejamento da missão será utilizado o simulador online da Universidade de Cambridge (<http://predict.habhub.org/>) que utiliza dados e modelos meteorológicos do NOAA GFS (Global Forecast System - Sistema de Previsão Climática Global). Três cenários serão analisados, com diferentes taxas de subida e horários de lançamento e aplicada correção a partir de dados do lançamento do balão de alta altitude feito em 2019 da mesma localidade para obter uma simulação mais precisa.

PALAVRAS-CHAVE: Raios cósmicos; Balão atmosférico; Pressão atmosférica; Telemetria; Sistemas de resgate.

TÍTULO EM INGLÊS (Times New Roman, 11, Negrito, Centralizado)

ABSTRACT: The present work shows the flight planning stage of the scientific mission of launching a high-altitude balloon planned to be launched on Dec-13-2020. The mission consists of launching a high-altitude balloon (Kaymont 800 model) from Parque das Aguas in Sorocaba (SP) with a payload of approximately 2 kg that will contain equipment for measuring cosmic radiation, atmospheric pressure, temperature and altitude. The objective of this mission is to validate the telemetry electronics, the flight path simulation models, recovery procedures of the satellite and at the end, collect and analyze the balloon data. This flight is expected to reach an altitude of 30 km, with an ascent rate of approximately 3 meters per second and a descent rate of 10 meters per second. Data will be collected in real time (via long distance LoRa telemetry) and the data of the whole flight will be stored on memory cards. Four cameras, 3 on the sides and one facing downwards, will capture audio and video of the total flight. The flight simulator, used for planning, is from the University of Cambridge (<http://predict.habhub.org/>). Its meteorological data and models are from NOAA GFS (Global Forecast System). Three scenarios will be analyzed, with different climb and descent rates and launch times. For more accurate predictions, a correction is applied based on data from the launch of the high-altitude balloon made in 2019 from the same location.

KEYWORDS: Cosmic rays; Atmospheric balloon; Atmospheric pressure; Telemetry; Rescue systems.

INTRODUÇÃO

O projeto tem como finalidade lançar um balão de alta altitude com uma carga útil de experimentos científicos de cinco escolas e medir radiação cósmica (BUSTAMANTE, 2013), pressão, temperatura, altitude além de validar a eletrônica de telemetria. Será utilizada a plataforma Arduino e sensores.

O objetivo deste artigo é mostrar o resultado de simulação da rota de voo utilizando o site “*habhub.org*” da Universidade de Cambridge para diferentes cenários para lançamento do balão com seus respectivos lugares de queda, para que sejam identificados padrões na rota de voo do balão, visto que o balão pode cair em lugares indesejados.

O site de simulação funciona a partir de dados do próprio lançamento, é necessário informar a localização de onde será lançado no mapa (Parque das águas), a altitude, data e horário do lançamento, deve-se informar também a taxa de subida, altitude de explosão do balão e taxa de descida. Após detalhar as informações necessárias, a ferramenta irá detalhar a trajetória do balão e seu possível local de queda.

Existem outros sites e simuladores para trajetória de voo do lançamento, tais como *ASTRA PLANNER*, 2020 e *STRATOFLIGHTS*, 2020. O escolhido foi o *HABHUB* (UKHAS, 2020), visto que ele contém o modelo específico que será utilizado para cálculo de sua altitude de explosão.

A figura 1a mostra a equipe e a preparação para lançar o balão. A figura 1b mostra uma foto tirada com uma câmera que foi lançada juntamente ao balão que foi lançado em 2019.



FIGURA 1. (a) - Preparação para o lançamento de dezembro de 2019.
(b) - Foto tirada do balão lançado em dezembro de 2019.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados no lançamento do balão são:

Balão Kaymont 800, Gás Hélio, Cartões de memória, Sensor Emu9250, Sensor Bpm280, Arduino Uno, Placa Raspberry, Câmeras GoPro, ESP 32 LoRa (ARDUINO, 2020) e paraquedas.

No lançamento feito em 2019, assim como no lançamento planejado para o dia 13 de dezembro de 2020, foi utilizado um GPS Globalsat, visto que o GPS que utiliza as redes de celular não garante comunicação ao longo de toda a trajetória.

Para as previsões e simulações, será utilizado o simulador *online HABHUB* da Universidade de Cambridge (USH, 2020), funciona a partir de dados do próprio lançamento – Tabela 1, tais como: a localização de onde será lançado no mapa (Parque das águas), a altitude, a data e horário do lançamento, deve-se informar também a taxa de subida, altitude de explosão do balão e taxa de descida. Após detalhar as informações necessárias, a ferramenta detalha a trajetória do balão e seu possível local de queda – Figura 2.

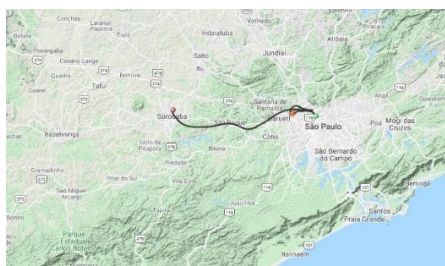


FIGURA 2. Trajetória de uma simulação feita pela ferramenta “habhub.org”.

Para o lançamento, o balão será “conectado” a um paraquedas e a uma caixa com a carga útil, que irá carregar câmeras e os circuitos para medição. Irá voar através de gás Hélio.

TABELA 1. Dados necessários para a simulação.

Dados necessários	Dados que serão utilizados na simulação oficial
Local de partida	Parque das Águas (Sorocaba – SP)
Altitude de lançamento	601 metros
Horário de lançamento	10:00
Data de lançamento	13/12/2020
Taxa de subida	3 ou 4 metros por segundo
Altitude de explosão	30000 metros
Taxa de descida	10 metros por segundo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram feitas previsões pelo site “habhub.org” a fim de observar um padrão no voo do balão até o dia do lançamento, visto que a ferramenta faz a previsão de até 180 horas no futuro, portanto, a previsão será feita novamente uma semana antes do lançamento do dia 13/12.

Três simulações foram feitas em dias diferentes (7/8, 11/8 e 12/8) sobre um lançamento no dia 14/8, como é possível observar na figura 3, indica que há uma ligeira “atualização” na ferramenta de acordo com o tempo decorrido, a trajetória do dia 7 é a que mais varia, a do dia 12 é a que está embaixo e a outra é do dia 11.

Feitas as simulações, será aplicado um fator de correção de trajetória na divergência entre simulação e a rota real do voo do lançamento feito em dezembro de 2019.

A figura 4 é referente à várias simulações feitas sobre dias diferentes que, com o passar do tempo, a trajetória vai mudando de forma significativa.

A figura 5a mostra a trajetória real do voo de 2019, informada pelo GPS a bordo, e a figura 5b mostra a trajetória prevista (em tracejado) feita na ocasião do lançamento e a real, mostrado pelo GPS (ambas do lançamento feito em 2019). O ângulo do desvio entre as trajetórias, medidas com uso de um transferidor é de aproximadamente 78,5° para o sentido horário.

Na figura 6, é mostrado as mesmas trajetórias da figura 3 com a correção do ângulo de aproximadamente 78° para o sentido horário, considerando a variação na distância, o balão cairia nas coordenadas: 24°51'22.10"S (latitude) e 47° 1'56.59"O (Longitude) a 150,3 km de distância do ponto de lançamento, no Parque das Águas em Sorocaba.

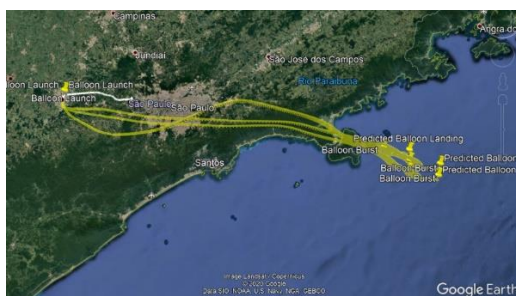
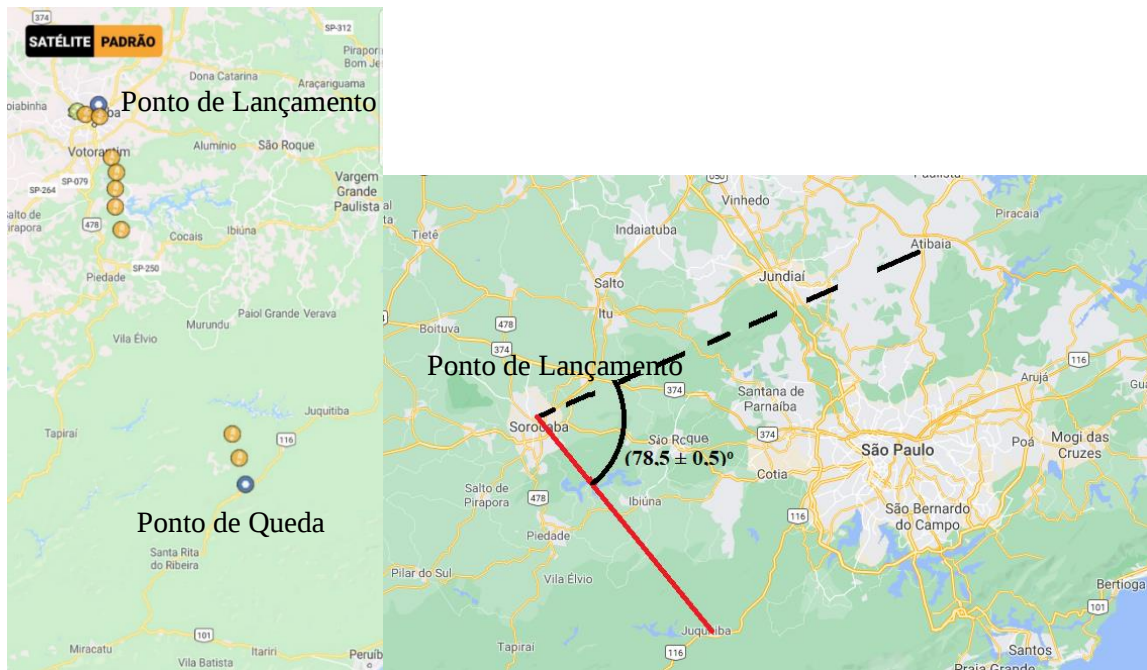


FIGURA 3: Previsões feitas em dias diferentes (7/8, 11/8 e 12/8) sobre um lançamento no mesmo dia (14/8), indica que quanto mais próxima do dia, mais precisa é a previsão. Figura feita utilizando as ferramentas “habhub.org” e “Google Earth”.



FIGURA 4. Rotas de voo de diversas previsões com taxa de subida de 2 metros por segundo. dado que uma grande parte caiu no mar, a taxa de subida provavelmente será de 3 ou 4 metros por segundo. Figura feita utilizando as ferramentas “habhub.org” e “Google Earth”.



(a) (b)
 FIGURA 5. (a) - Ponto final e inicial do lançamento feito em 2019, a previsão indicou que o balão cairia em Atibaia, quando na verdade caiu próximo à cidade de Jujutiba. (b) – Simulação feita em 2019 com local de queda próximo à cidade de Atibaia (em tracejado). Baseado na localização real da queda (linha vermelha, contínua), mediu-se o deslocamento que foi de $78,5^\circ$ no sentido sul.

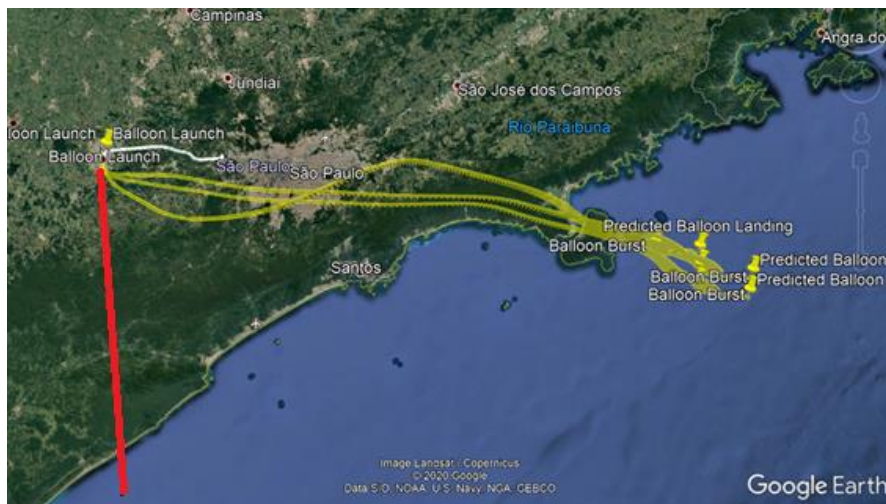


FIGURA 6. As linhas mostram diferentes simulações feitas nos dias 7/8, 11/8 e 12/8. Aplicando o mesmo desvio de $78,5^\circ$, estima-se que o balão irá cair a 150,3 km ao sul do lançamento (linha vermelha contínua) no mar.

CONCLUSÕES

Dado que uma grande parte das previsões feitas caiu no oceano, será necessário ajustar a taxa de subida para 3 ou 4 metros por segundo, que pode ser feito no dia do lançamento, aumentando a quantidade de gás Hélio. Isto faz com que o balão suba mais rápido, desta forma fazendo com que ele faça uma trajetória mais curta, caindo em um lugar mais próximo.

Para a correção do modelo, utilizou-se os dados do lançamento feito em 2019 da mesma localidade (Parque das Águas, Sorocaba). Pode-se notar que o ângulo do desvio entre a trajetória prevista na ocasião e o que foi efetivamente observado foi de $(78,5 \pm 0,5)^\circ$. Dada a proximidade de datas, assumiu-se que a direção do vento seja a mesma do lançamento de 2019. Assim, utilizando este mesmo fator de deslocamento, conclui-se que o balão cairia no oceano (perto da praia de Pôrto do Prelado) nas coordenadas: $24^\circ 51' 22.10'' S$ (latitude) e $47^\circ 1' 56.59'' O$ (Longitude).

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos dedicados ao Instituto Federal de São Paulo.

REFERÊNCIAS

BUSTAMANTE, M. C, 2013, A descoberta dos raios cósmicos ou o problema da ionização do ar atmosférico, vol.35 no.2. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172013000200030&script=sci_arttext&tlng=p>. Acesso em 27/09/2020.

UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, ASTRA Hight Altitude Ballon Flight Planner. Disponível em: <<http://astra-planner.soton.ac.uk/>>. Acesso em 27/09/2020.

STRATOFLIGHTS GBR, Predicting the Flight Path. Disponível em: <<http://stratoflights.com/en/tutorial/predicting-the-flight-path>>. Acesso em 27/09/2020.

UKHAS, Habhub, Disponível em: <<http://habhub.org>>. Acesso em 27/09/2020.

ARDUINO, Sítio da Plataforma Arduino. Disponível em: <<http://arduino.cc>>. Acesso em 27/09/2020.

GOOGLE INC, O Globo Terrestre mais Detalhado do Mundo. Disponível em: <<http://google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em 27/09/2020.