# Protocolo de teste do rRocket

#### Histórico

Versão 1. Documento elaborado em 16/12/2022 por Guilherme Bertoldo.

### **Objetivos**

Este protocolo deve ser utilizado para teste do altímetro rRocket sempre que houver alteração de código fonte ou de *hardware*.

#### **Material**

- rRocket
- Bateria 9 V
- Resistor 350 ohms + LED vermelho
- Resistor 270 ohms + LED azul
- Aparato para variação de pressão controlada (ver o Anexo)
- Dois ignitores

#### **Procedimento**

- Ligar o LED vermelho em série com o resistor de 350 ohms aos terminais de ejeção do drogue;
- Ligar o LED azul em série com o resistor de 270 ohms aos terminais de ejeção do paraquedas;
- 3. Ligar o rRocket à bateria de 9 V;
- 4. Pressionar o botão principal do rRocket por mais de 5 segundos para limpar a memória;
- 5. Inserir o rRocket no aparato para variação de pressão;
- 6. Observar se o altímetro está pronto para o lançamento. Deve-se registrar os sinais luminoso do LED e sonoro do rRocket:
  - a. Q1: o LED pisca a cada 1,5 segundos? (Sim/Não)
  - b. Q2: o buzzer emite um bipe curto a cada 1,5 segundos? (Sim/Não)
- 7. Observar os LEDS ligados os terminais de ejeção do drogue e do paraquedas:
  - a. Q3: o LED vermelho ficou apagado desde o passo 3 até este momento? (Sim/Não)
  - b. Q4: o LED azul ficou apagado desde o passo 3 até este momento? (Sim/Não)
- 8. Submeter o rRocket a uma variação de pressão controlada (redução de pressão, seguida por um aumento de pressão):
  - a. Q5: o LED vermelho foi acionado logo após o início do aumento de pressão?
    (Sim/Não)

- b. Q6: o LED azul foi acionado após o LED vermelho e antes do fim da despressurização? (Sim/Não)
- 9. Observar o estado do altímetro após a recuperação:
  - a. Q7: o LED do altímetro e o buzzer estão desligados? (Sim/Não)
- 10. Pressionar o botão do altímetro e ler a porta serial
  - a. Q8: o apogeu é informado através do LED do altímetro? (Sim/Não)
  - b. Q9: não há códigos de erro reportados? (Sim/Não)
  - c. Q10: os dados da trajetória são coerentes com a variação de pressão aplicada?
    (Sim/Não)
- 11. Preencher as respostas das questões Q1 a Q10 no Quadro 1 com S para sim e N para não.
- 12. Repetir o procedimento 5 vezes.
- 13. Se alguma das respostas no Quadro 1 for negativa, é necessário investigar as causas do problema antes de prosseguir.
- 14. Substituir os LEDs e resistores ligados aos terminais de ejeção do *drogue* e do paraquedas por ignitores e repetir o teste.
  - a. Q11: o ignitor do drogue foi acionado logo após o aumento de pressão? (Sim/Não)
  - b. Q12: o ignitor do paraquedas foi acionado depois do ignitor do drogue? (Sim/Não)
- 15. Repetir o passo 14 três vezes e registrar os dados do Quadro 2.
- 16. Se alguma das respostas no Quadro 2 for negativa, o altímetro não deve ser utilizado para recuperação de minifoguetes.

Data dos testes: <sub>.</sub>	
Responsável: _	
Versão do firmw	are:

Quadro 1: Teste do altímetro utilizando LEDs

	Q1	Q2	Q2	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Teste 1										
Teste 2										
Teste 3										
Teste 4										
Teste 5										

Quadro 2: Teste do altímetro utilizando ignitores

	Q1	Q2	Q2	Q4	Q11	Q12	Q7	Q8	Q9	Q10
Teste 6										
Teste 7										
Teste 8										

## Anexo - Aparato para variação de pressão

A Fig. 1 apresenta um aparato simples para submeter o altímetro a uma variação de pressão controlada. O aparato é formado por um pote plástico transparente com tampa. A tampa deve ser capaz de vedar a entrada e saída de ar. No fundo do pote (parte inferior da figura) são feitos dois furos por onde passam os fios para alimentar o drogue e o paraquedas. Há também um tubo por onde o ar pode ser aspirado. Os furos devem ser vedados com cola quente.

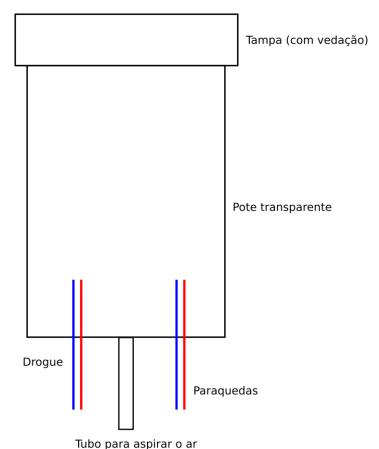


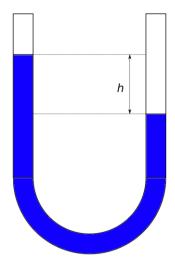
Figura 1: aparato para submeter o altímetro a uma variação de pressão controlada.

Suponha que o tubo para aspirar o ar do aparato seja ligado a um manômetro em U contendo água, por exemplo. Inicialmente, o nível da água nos dois lados do manômetro é igual. Se um dos lados do manômetro for desnivelado, então é possível determinar o módulo da variação da pressão do ar  $|\Delta p|$  no interior do aparato com base no desnível do líquido (Fig. 2):

$$|\Delta p| = \varrho g h$$
,

onde  $\varrho$  é a massa específica do líquido (no caso da água 998 kg/m³) e g é a aceleração de queda livre 9,81 m/s².

Figura 2: Manômetro em U para determinar a variação da pressão do ar no interior do aparato.



Tomando por base a atmosfera padrão de  $1976^1$ , é possível relacionar o desnível na água h do manômetro com a altitude a partir do nível do mar H (Tab. 1).

Tabela 1: Relação entre a altitude H, a pressão atmosférica p, a variação de pressão  $|\Delta p|$  e o desnível da água h no manômetro.

<i>H</i> (m)	p (Pa)	$ \Delta p $ (Pa)	<i>h</i> (cm)
0	101325	0	
50	100720	605	6
100	100120	1205	12
150	99535	1790	18
200	98945	2380	24
250	98357	2968	30
300	97772	3553	36
350	97190	4135	42
400	96611	4714	48
450	96034	5291	54
500	95461	5864	60
550	94890	6435	66
600	94322	7003	72
650	93756	7569	77
700	93194	8131	83
750	92634	8691	89
800	92077	9248	95
850	91523	9802	100

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/online-publications/miscellaneous/us-standard-atmosphere-1976/us-standard-atmosphere\_st76-1562\_noaa.pdf

900	90971	10354	106	
950	90422	10903	112	
1000	89876	11449	117	