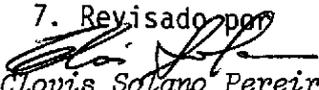
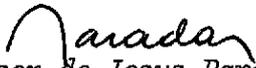


1. Classificação INPE.COM 4 (RPE) CDU: 629.733.3		2. Período Julho de 1980	4. Critério de Distribuição:  interna <input type="checkbox"/>  externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor)  Lançamento de balão Estratosférico Carga útil			
5. Relatório nº  INPE-1821-RPE/187	6. Data  Julho de 1980	7. Revisado por  Clovis Solano Pereira	
8. Título e Sub-Título  TÉCNICA DINÂMICA PARA LANÇAMENTO DE BALÕES ESTRATOSFÉRICOS COM EXPERIMENTOS A BORDO DE MAIS DE 500 KG.		9. Autorizado por  Nelson de Jesus Parada Diretor	
10. Setor DCE/DAS/GAA	Código 30.361	11. Nº de cópias 09	
12. Autoria I.M. Martin		14. Nº de páginas 11	
13. Assinatura Responsável 		15. Preço	
16. Sumário/Notas  <i>Experiências científicas com peso acima de 300 Kg apresentam grandes dificuldades para serem lançadas a bordo de balões estratosféricos. A fixação do balão de grande volume numa balança invertida para medir a força de empuxo necessária, durante a fase de inflagem, e a largagem da experiência através de veículos especiais acarretam sempre danos no balão ou no instrumental a ser voado. A partir de um sistema simples largador de balão, tipo carretel, fixado na frente de um caminhão e um guincho especial de largagem da experiência, foi possível eliminar esses riscos. Isto foi possível utilizando-se como medida da força de empuxo do gás hidrogênio ou hélio, tabelas obtidas através do conhecimento da temperatura do gás, do volume equivalente em água do tubo utilizado e da pressão inicial de inflagem. A descrição desta técnica e resultados obtidos em dois lançamentos com balões de 100.000 m<sup>3</sup> em março de 1980, são mostrados neste trabalho.</i>			
17. Observações Este trabalho foi parcialmente subvencionado pelo "Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)", Brasil, através do convênio FINEP-537/CT. Para apresentação na 32ª Reunião da SBPC de 06 a 12 de julho de 1980.			

TÉCNICA DINÂMICA PARA LANÇAMENTO DE BALÕES ESTRATOSFÉRICOS  
COM EXPERIMENTOS A BORDO DE MAIS DE 500 KG.

I.M. Martin

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq  
12200 São José dos Campos, S.P., Brasil

## ABSTRACT

The launching of scientific payloads weighing more than 300 Kg on board of balloons, presents great difficulties. The fixation of a large balloon to an inverted balance, in order to measure the thrust, during the inflating and launching phases, may cause damages on the balloon and on the payload. These risks were avoided by using a simple launching system, spool type, fixed to the front of a truck having a special winch. This was possible through the estimation of the balloon launching thrust, from data tables on the gas temperature, the tube equivalent volume of water and the initial inflating pressure. A description of this technique and the results obtained in two 100,000 m<sup>3</sup> balloon launchings are given in this paper.

LISTA DE FIGURAS

- 1 - Vista do lançamento dinâmico do balão antes da largada.
- 2 - Vista do lançamento dinâmico do balão após a largada.

## 1 - INTRODUÇÃO

A operação de lançamento de um balão estratosférico, levando a bordo uma carga útil com peso acima de 300 Kg, apresenta três dificuldades principais, a saber:

- 1 - o dispositivo propriamente dito, que sustenta o balão e permite sua largagem antes e após a inflagem;
- 2 - o veículo que sustenta a experiência tanto durante a inflagem, como no instante da largagem;
- 3 - a técnica para medir o gás necessário, que deverá ser colocado no balão a fim de permitir o empuxo desejado.

Antes de explicar como foram resolvidos estes problemas, salienta-se que, para lançamento de experiências com pesos inferiores a 300 Kg, o processo mais fácil consiste em usar uma balança invertida que sustenta o balão na fase de inflagem e, ao mesmo tempo, serve também para medir o empuxo do gás de hidrogênio colocado no balão. Esta técnica já está em uso no Centro de Lançamento de Balão (CLB) do INPE desde 1970, e tem proporcionado bons resultados.

### 1.1 - MÉTODO DINÂMICO DE LANÇAMENTO

Esta terminologia é utilizada para lançamentos em que o balão fica preso a um carretel, deslizando à medida que o gás penetra no balão, enquanto a carga útil fica suspensa a um veículo motorizado. Esse processo elimina o problema de peso a ser lançado, mas depende fundamentalmente das dimensões do campo de lançamento, da tralha de voo, do vento na superfície, nos momentos da inflagem e da largagem da carga útil.

O esquema da Figura 1 e 2 ilustra a operação inflagem e largagem de um balão pelo método dinâmico. Na utilização desse método, o ponto mais crítico é o instante de largagem da experiência (Shiple, 1977; Shiple and Smith, 1976). Para não acarretar surpresas (por exemplo, derrubar a experiência no chão), o veículo deve ser dirigido sempre na mesma direção em que o balão se orienta, e o dispositivo de libe

ração da carga sã deve ser acionado quando este estiver em sua vertical. Tal operação exige prãvio treinamento e bastante habilidade.

As Figuras 1 e 2 mostram o carretel suporte do balãõ pre so ao pãra-choque de um caminhãõ, e o guincho largador da experiãncia, que nada mais ã que um caminhãõ adaptado com um guincho para esse fim.

Para se empregar este tipo de lanãamento, ã preciso cal cular e medir a quantidade de gãas que se deve injetar no balãõ. Para is so emprega-se a equaçãõ dos gases perfeitos:

$$PV = nRT$$

onde:

- P = pressãõ;
- V = volume;
- n = nãmero de moles do gãas;
- R = constante do gãas;
- T = temperatura em graus Kelvin.

A partir do conhecimento do empuxo necessãrio para le var a carga ãtil atã a altura desejada, e sabendo-se que o gãas emprega do ã o hidrogãnio, consegue-se chegar a seguinte expressãõ:

$$P_f = \left\{ \left[ \frac{P_i \cdot N \cdot V_c \cdot 0.63367}{\left( 1 + \frac{P_i}{20993} \right) \cdot T_i} - E_n \right] \cdot \frac{T_i}{N \cdot V_c \cdot 0.63367} \right\} \cdot \left( \frac{1 + P_f}{20993} \right)$$

onde:

- $P_i$  = pressãõ inicial do tubo dado em psi;
- $P_f$  = pressãõ final em psi;
- $V_c$  = volume equivalente em ãgua do cilindro em (ft)<sup>3</sup>;
- N = nãmero de cilindros usados;
- $E_n$  = empuxo total necessãrio, jã com a percentagem de taxa de ascensãõ.

DIREÇÃO DO VENTO

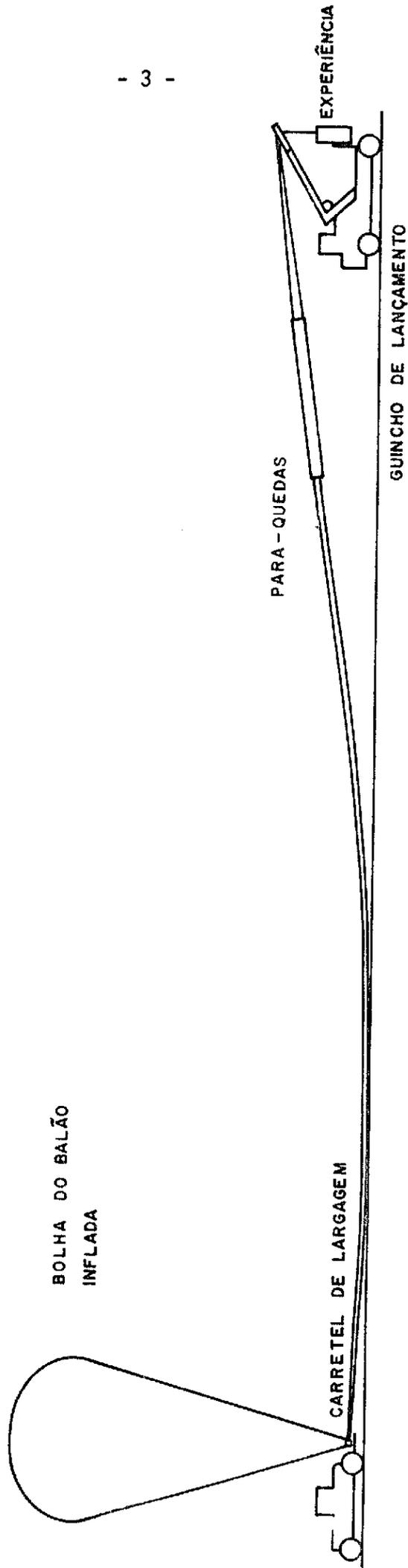
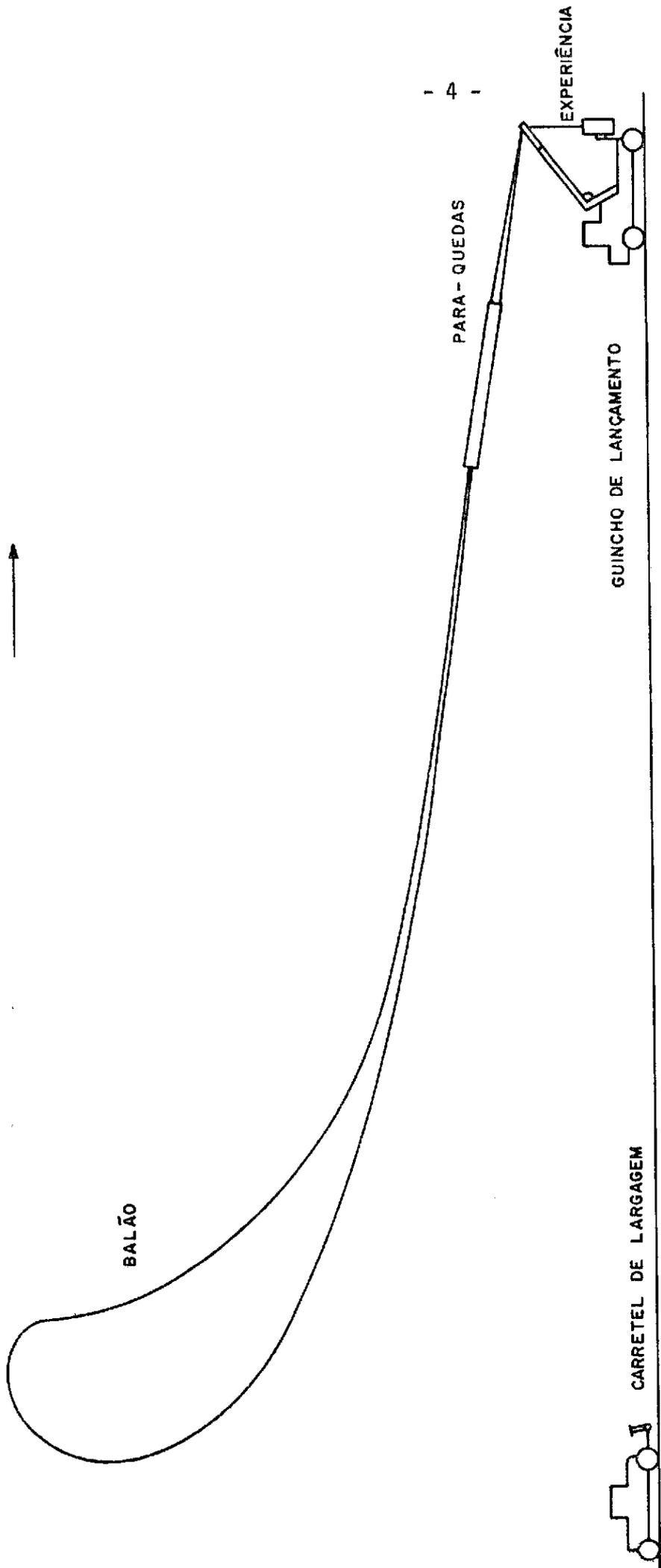


Fig. 1 - Vista do lançamento dinâmico do balão antes da largada.

DIREÇÃO DO VENTO



LANÇAMENTO DINÂMICO

(Depois do Largagem do Balão)

Fig. 2 - Vista do lançamento dinâmico do balão após a largada.

Esta fórmula é de recorrência. Levando-se em conta a parte prática, conclui-se que:

$$T_f = T_i - 10$$

e que em primeira aproximação adota-se  $P_f = P_i$  e tomando-se novamente  $P_f$  igual ao novo valor encontrado, determina-se, em segunda ou terceira aproximação, o valor da  $P_f$  desejada.

Para testar esta aproximação, efetuaram-se três vôos em março/abril de 1980, utilizando-se balança para medir o empuxo desejado e seguindo-se o processo acima descrito. O erro observado foi da ordem de 2%, o que não altera em nada o valor da pressão final desejada.

## 1.2 - RESULTADOS

O processo dinâmico de lançamento de balão estratosférico foi aplicado no campo de lançamento do CLB em Cachoeira Paulista, em março/abril de 1980. O local de lançamento consiste numa área gramada de 120 metros de raio, com acesso a todas direções. Com lançamentos no período noturno ou até 07:00 horas local, o vento de superfície normal permite o lançamento com pouco (~ 30 metros) deslocamento do carro guincho largador da experiência.

O carretel largador de balão, fabricado com alumínio liso e com um suporte para colocá-lo no para-choque de um caminhão, funcionou normalmente.

Deve-se ter o cuidado de colocar o carretel perpendicular à direção em que sopra o vento, antes do início da inflagem. também o alumínio deve ser suficientemente liso para não criar atrito com o polietileno do balão.

O processo utilizado para medir o volume do gás de hidrogênio, a ser injetado no balão para se obter o empuxo necessário, é bastante simples e funcional. Deve-se tomar bastante precaução com a temperatura estável dos cilindros, antes do início da inflagem; é necessário

também, verificar as pressões de cada tubo antes de equalizar um certo número de tubos, para ficar na mesma pressão inicial.

Para melhor testar a validade do processo utilizado, se rão efetuados outros vôos para esse fim.

## 2 - CONCLUSÃO

O processo dinâmico de lançamento de balão estratosférico, utilizado no INPE, mostrou grande facilidade na sua operação, bem como pouca chance de deteriorar o balão ou a experiência no lançamento. Nos três vôos efetuados por esse método, em março/abril de 1980, obtiveram-se em média 15 horas de vôo no teto entre 4 e 5 milibares. Isto prova que o balão não foi deteriorado, e que não sofreu nenhum esforço exagerado no lançamento. Espera-se efetuar mais vôos para melhor aquilatar esse método de lançamento.

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Nelson de Jesus Parada, por ter facilitado a execução deste trabalho, e ao Dr. Clovis Solano Pereira, pelo esforço prestado na implantação do Centro de Lançamento de Balões (CLB) do INPE.

BIBLIOGRAFIA

SHIPLEY, A. *Heavy load balloon operation*. Palestine, Tx, NSBF, 1977.  
(Technical Report nº 7).

SHIPLEY, A.; SMITH Jr., I.S. *Balloon borne activities in USA*. Dallas,  
Tx, IAF, 1976. (Technical Report nº 153).