SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO
E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

SP/GTC/07

São Paulo, 10/15 de abril de 1972

GRUPO DE ESTUDOS DE PROTEÇÕES,

TELECONTRÔLE E TELECOMUNICAÇÃO

ENSAIOS DE RADIOPROPAGAÇÃO EM VHF UTILIZANDO BALÕES AEROSTÁTICOS

Engº José Viana

Engº Manoel Vitor de Carvalho

Centrais Elétricas de Minas Gerais S.A.

1.0 - INTRODUÇÃO

O Sistema VHF-CEMIG possui uma margem de sinal mínima de 12dB em relação à sensibilidade do receptor nos enlaces das estações fixas dentro da área de uma mesma turma de linha.

Nas ampliações do Sistema VHF várias localidades possuem desnível de 50 a 200 metros entre o nível da SE e o ponto radioelètricamente satisfatório para desobstruir 60% do elipsóide de Fresnel. Estes pontos, como é o caso em Pouso Alegre, Itajubá, Resplendor, etc., estão afastados da SE de 5 km, total ou parcialmente, sem estradas de acesso e sem alimentação normal de 127 Vca, onerando acima de Cr$ 50.000,00 (cincoenta mil cruzeiros) em relação ao preço médio de uma estação fixa em VHF.

2.0 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Qual é a altura radioelètricamente satisfatória para desobstruir 60% do 1º elipsóide de Fresnel num local próximo à SE e sem os problemas de acesso e alimentação?

A resposta seria simples se conhecêssemos o perfil exato do enlace. Na falta desse, a altura será determinada diretamente.

Dois modos se apresentam para erguer a antena:

- Helicóptero
- Balão aerostático

As despesas operacionais do balão são mais reduzidas, tendo em vista que o preço vôo/hora do helicóptero é de Cr$ 2.400,00 (dois mil e quatrocentos cruzeiros) e, além disso, na altura de 50 a 100 metros, a capacidade de manobra para auto-sustentação do helicóptero fica extremamente reduzida. Assim sendo, é mais aconselhável o uso do balão aerostático.

3.0 - ANÁLISE DA SOLUÇÃO

Decidido pelo uso do balão, o problema localiza-se no peso total em quilos a içar. Este peso pode ser em duas modalidades, a saber:

$$P_{T1} = P_B + K_1 lc + P_A + K_2 lca + P_G$$

$$P_{T2} = P_B + K_1 lc + P_E + K_3 lf + P_G \quad \text{onde,}$$

P_{T1} e P_{T2} , peso total nas modalidades 1 e 2 respectivamente.

P_B , peso do balão vazio.

K_1 , peso por metro das cordas de sustentação.

lc , comprimento das cordas içadas.

P_A , peso da antena.

P_E , peso do equipamento RF, fonte e antenas.

K_2 , peso por metro do cabo coaxial.

lca, comprimento do cabo coaxial içado, em metros.

P_G , peso do gás utilizado para encher o balão.

K_3 , peso por metro de fios para alimentação e fonia.

lf , comprimento dos fios (2 pares)

Como o peso e atenuação estão em função dos comprimentos do cabo, cordas e fios, a altura estará limitada ao peso e atenuação do cabo.
Na primeira modalidade, sòmente a antena e o cabo coaxial serão suspensos; na segunda, elimina-se o cabo e, junto à antena, ergue-se o rádio, permanecendo no solo sòmente a unidade de áudio e a altura / passará a ser limitada pelo peso do par de áudio e alimentação.

4.0 - BALÕES AEROSTÁTICOS

Os balões encontrados para a experiência foram do tipo publicitário-promocionais, em plástico, nas medidas de 3 e 4 metros de diâmetro, insuflados, de preferência, com hélio (com restrições, pode-se usar o hidrogênio). Para a sua sustentação, deve-se cobri-los com rede e amarrar com cordas de nylon.

A força de empuxo $F \simeq V - P_{T1}$ ou P_{T2} , sendo V o volume em metros cúbicos e PT o peso em quilos.

5.0 - ENSAIO NO LOCAL

Escolhemos em Pouso Alegre, para içarmos o balão, um local que permitisse a implantação sem dificuldades, de uma estação fixa, caso o ensaio obtivesse êxito.

Assim, para a experiência, foi escolhido um local com facil acesso e alimentação normal, a 1.800 m da SE, na cota de 900 m, ou 80 m acima da SE. É o melhor local radioelétrico, à exceção do Morro do Canta Galo. Este morro foi o local prèviamente indicado para localização da Estação Fixa de Pouso Alegre, usando os métodos convencionais; entretanto, possui acesso difícil, sem alimentação nas proximidades e o custo da instalão da Estação neste morro seria superior a Cr$ 100.000,00 (cem mil cruzeiros).

Utilizamos 2 balões: um de 3 metros de diâmetro e outro de 4 metros. Inicialmente, preparamos o balão de 4 metros, transferindo/ o gás dos botijões para o balão.

No arranjo rádio/antena, o balão não forneceu empuxo suficiente. Na modalidade antena/cabo coaxial o empuxo sustentou o balão a 50 metros de altura.

Para maiores alturas usamos 2 balões acoplados por cordas na modalidade antena/rádio. Assim, conseguimos altura de 70 metros.
Nestas condições, a experiência foi coroada de êxito, permitindo:

a) Determinar a altura da antena necessária para a obtenção de uma margem superior a 12 dB;

b) Ensinamentos suficientes que nos levam a recomendar algumas melhorias a serem feitas nos futuros ensaios, com o fim de aumentar o empuxo e estabilizar o balão.

5.1. Ilustrações do ensaio executado

As fotografias 5.1-1 e 5.1-2 mostram a instalação do transceptor dentro de um suporte acolchoado.
A 5.1-3 mostra a instalação do plano de terra na face inferior da placa de sustentação.
A 5.1-4 e 5.1-5 mostram a amarração da placa de sustentação no balão podendo-se notar, claramente, na 5.1-5 a linha de áudio, alimentação e as cordas de retenção.
A 5.1-6 e 5.1-7 mostram o conjunto em posição de trabalho.
A 5.1-8 mostra o conjunto de dois balões utilizados para alturas / superiores a 50 metros.

6.0 - MELHORIAS A SEREM FEITAS

Na experiência foram notadas variações nos sinais radioelétricos recebidos, devido à instabilidade do balão provocada pela ação dos ventos.
As melhorias propostas são:

- aumentar o empuxo
- estaiar o balão.

Para aumenar o empuxo pode-se usar um balão maior, de 6 a 8 metros de diâmetro, ou usar 3 balões de 4 metros de diâmetro. A segunda alternativa é melhor por causa da ação dos ventos.

Um balão com volume igual ao de 3 balões menores tem o seu peso próprio aproximadamente igual ao de 3 balões menores, pois o seu invólu

cro é bem mais grosso.
Ainda, para estaiar é mais simples usar mais de um balão e estaiar / sòmente o que transporta a antena/rádio, conforme ilustração 6.0-1.

7.0 - CRITÉRIOS A ADOTAR

Sugerimos a adoção dos seguintes critérios básicos para a determinação dos locais onde o uso do balão é recomendado:

a) que a altura máxima da torre seja de 100 metros;

b) que as localidades a serem submetidas ao teste sejam as de difícil acesso a veículos e cuja construção de estradas de acesso importe em mais de Cr$ 30.000,00

c) que a redução da cobertura móvel ao longo das LT não seja superior a 20%.

8.0 - CONCLUSÃO

O uso do balão aerostático como ferramenta adicional aos ensaios de radiopropagação em VHF empregado pela equipe de radiocomunicação, observando as limitações e os critérios já estabelecidos neste relatório, irá minimizar os custos de implantação de algumas estações de VHF.

Belo Horizonte, janeiro de 1972.

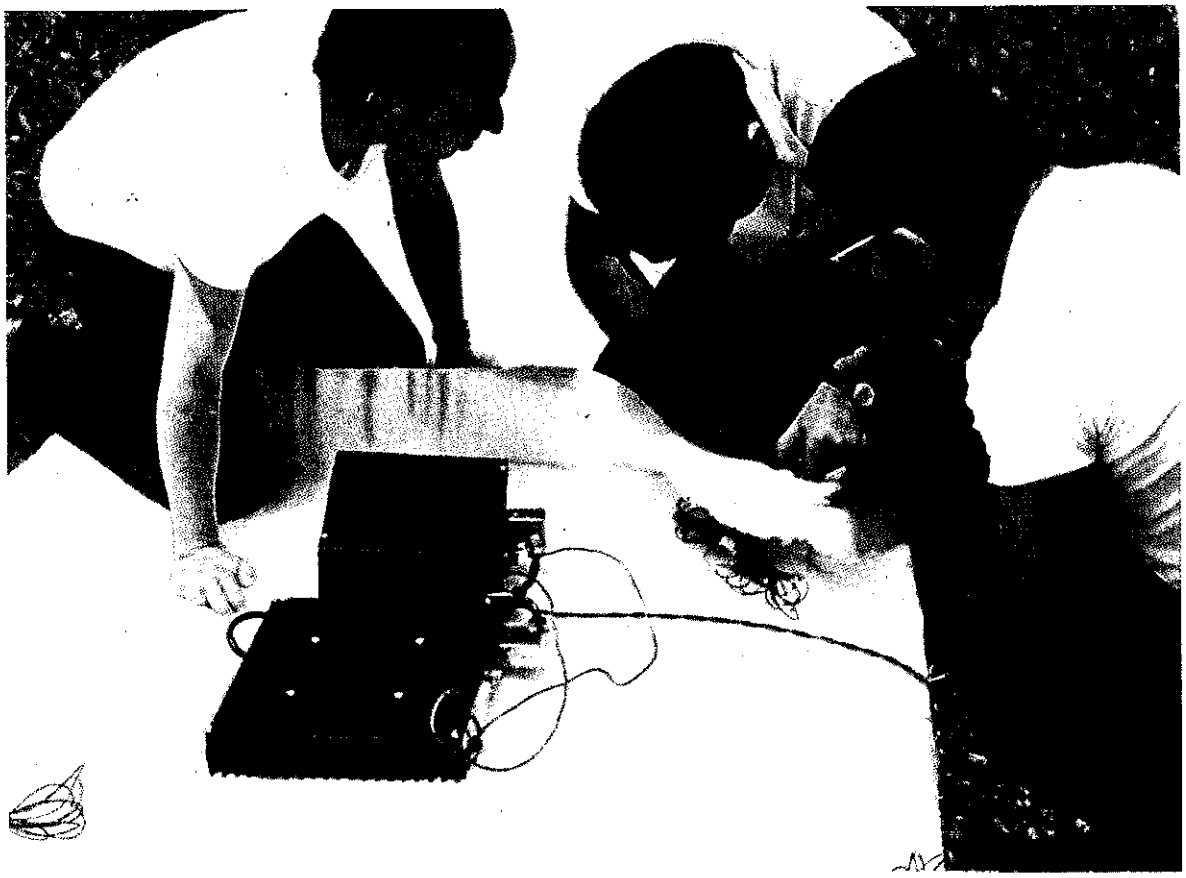


ILUSTRAÇÃO 5.1-1 INSTALAÇÃO DO TRANSCEPTOR

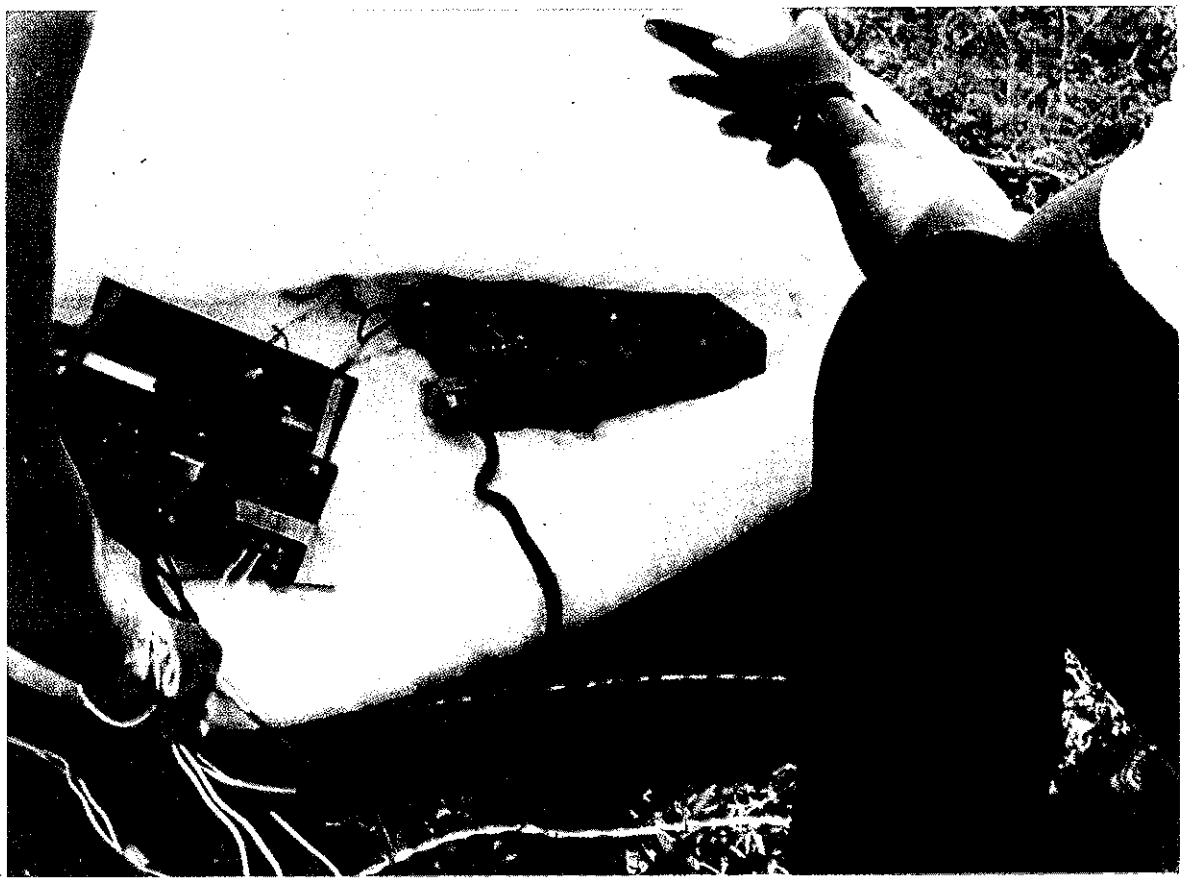


ILUSTRAÇÃO 5.1-2 INSTALAÇÃO DO TRANSCEPTOR

ILUSTRAÇÃO 5.1-4 AMARRAÇÃO DA PLACA

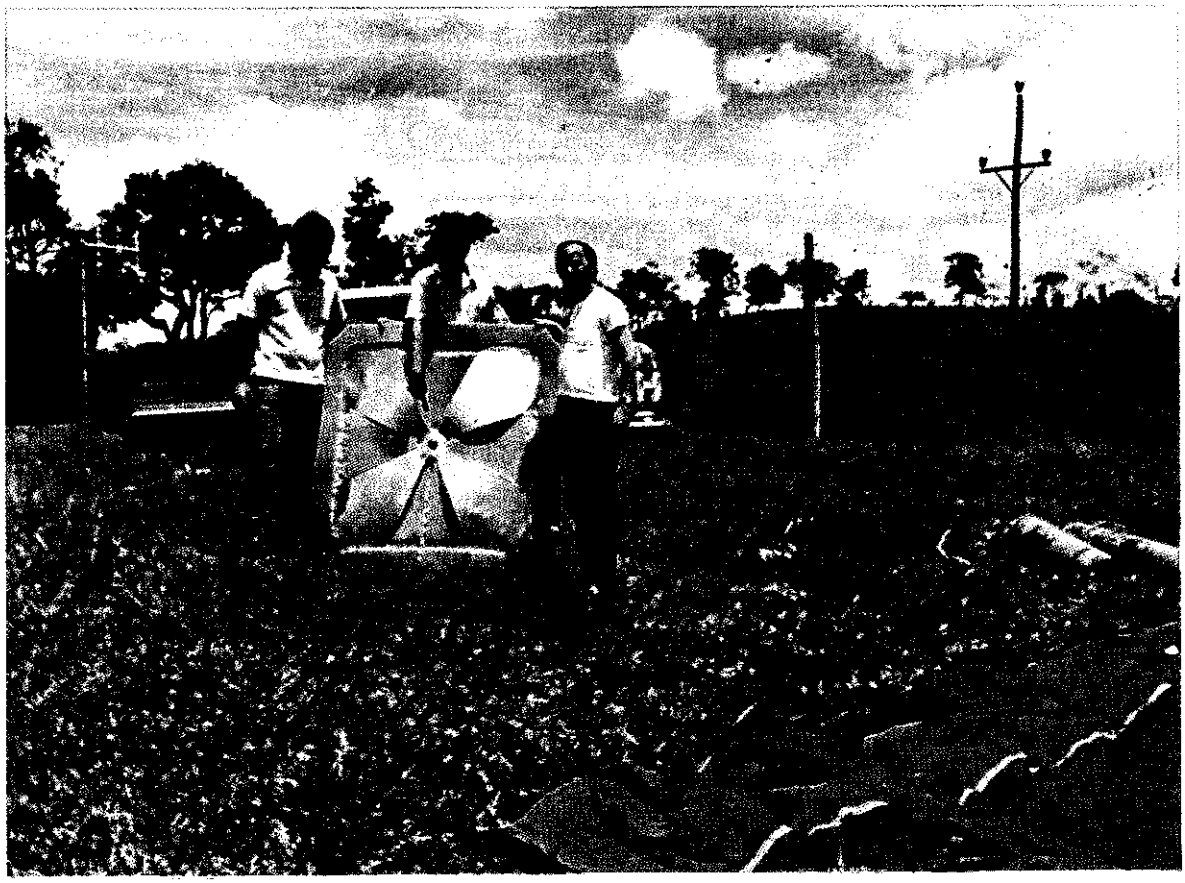


ILUSTRAÇÃO 5.1-3 PLANO DE TERRA

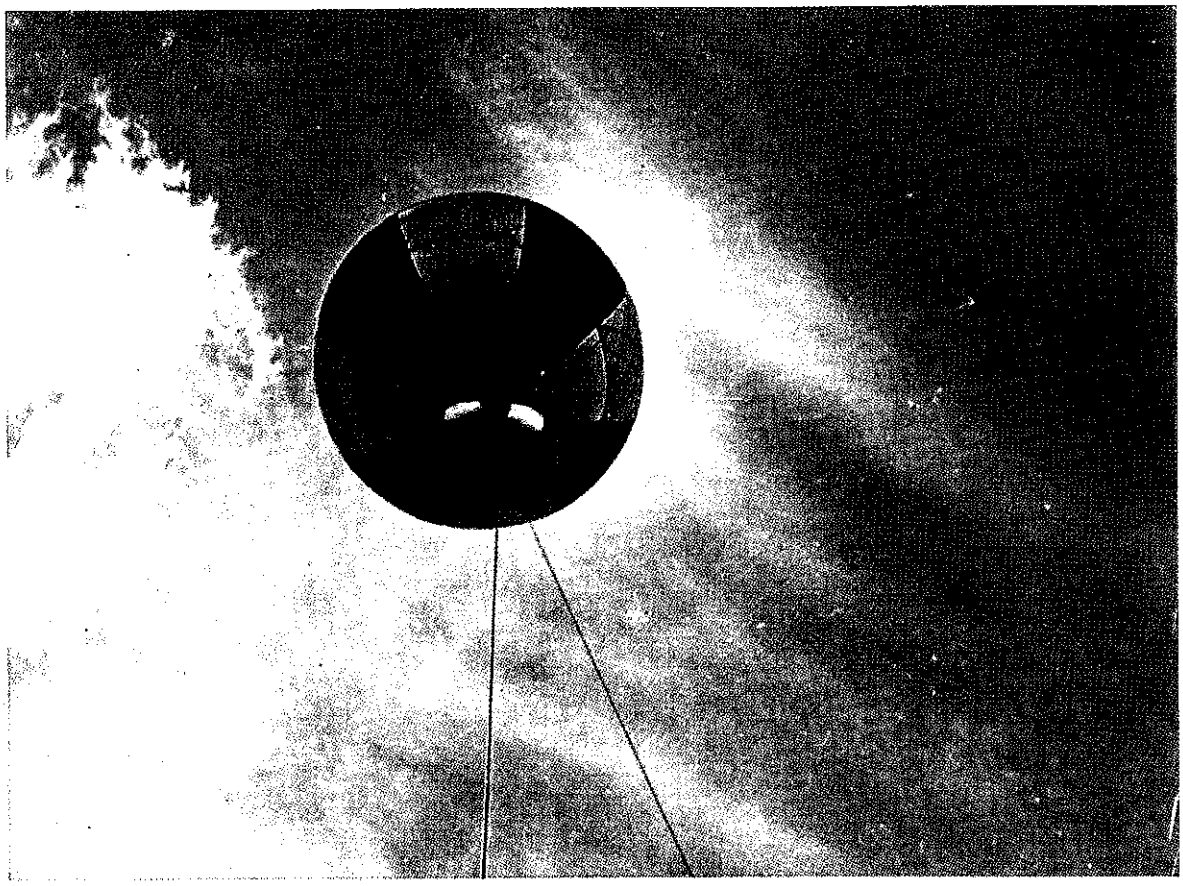


ILUSTRAÇÃO 5.1-6 POSIÇÃO DE TRABALHO

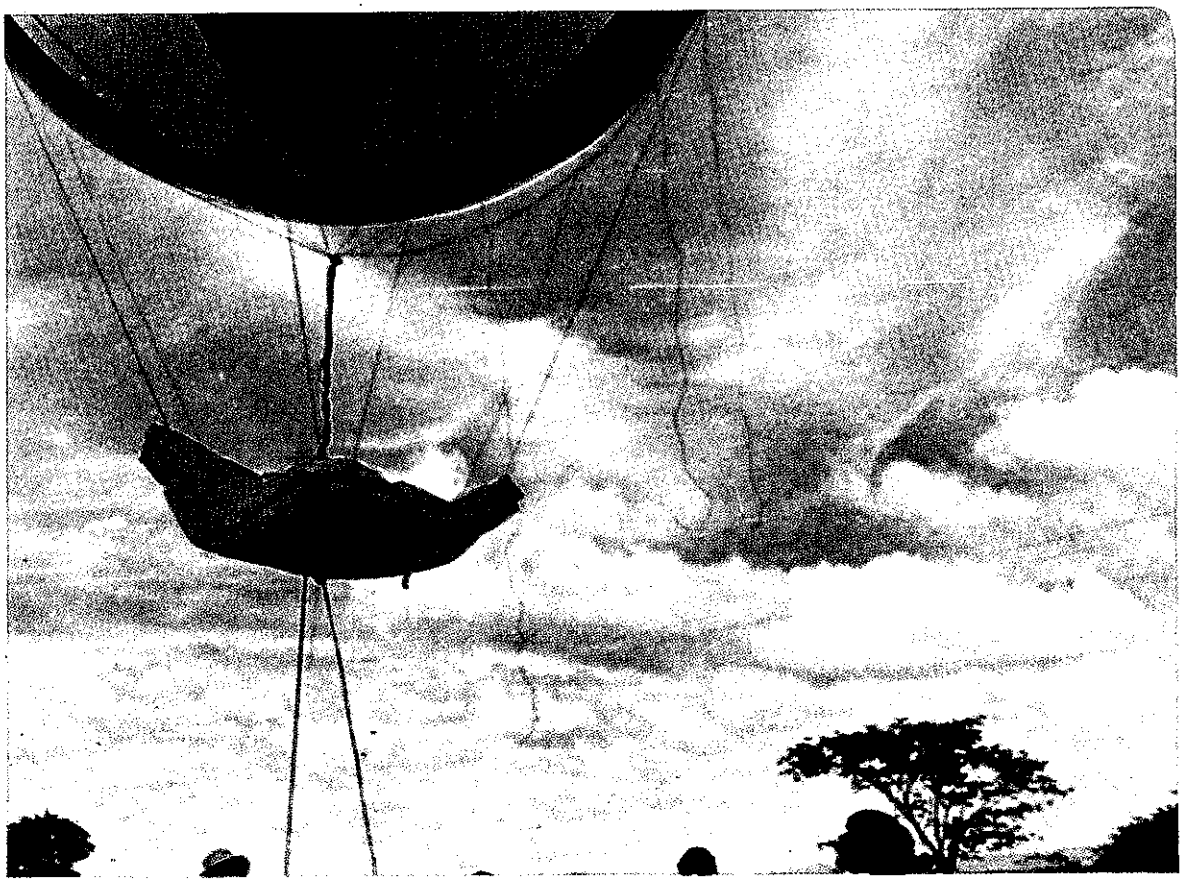


ILUSTRAÇÃO 5.1-5 INÍCIO DA SUBIDA

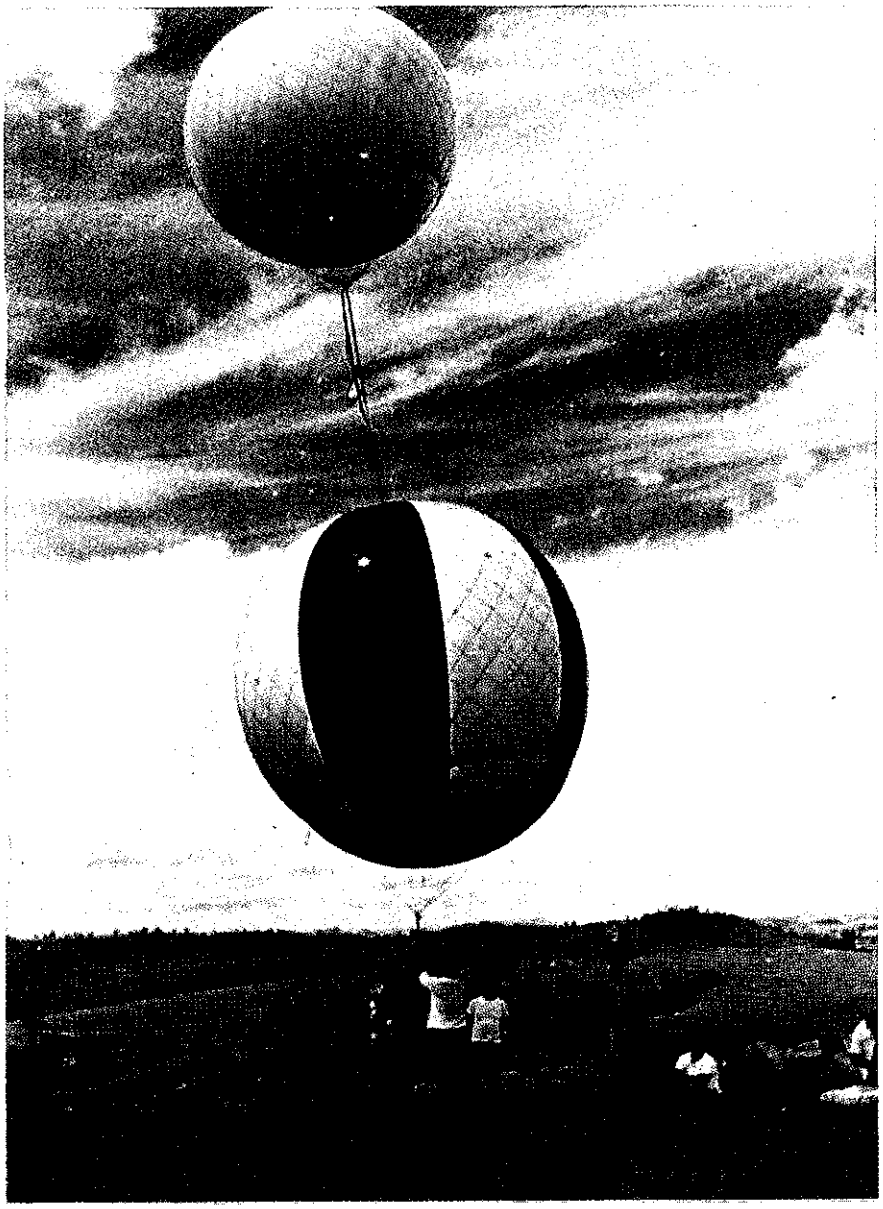
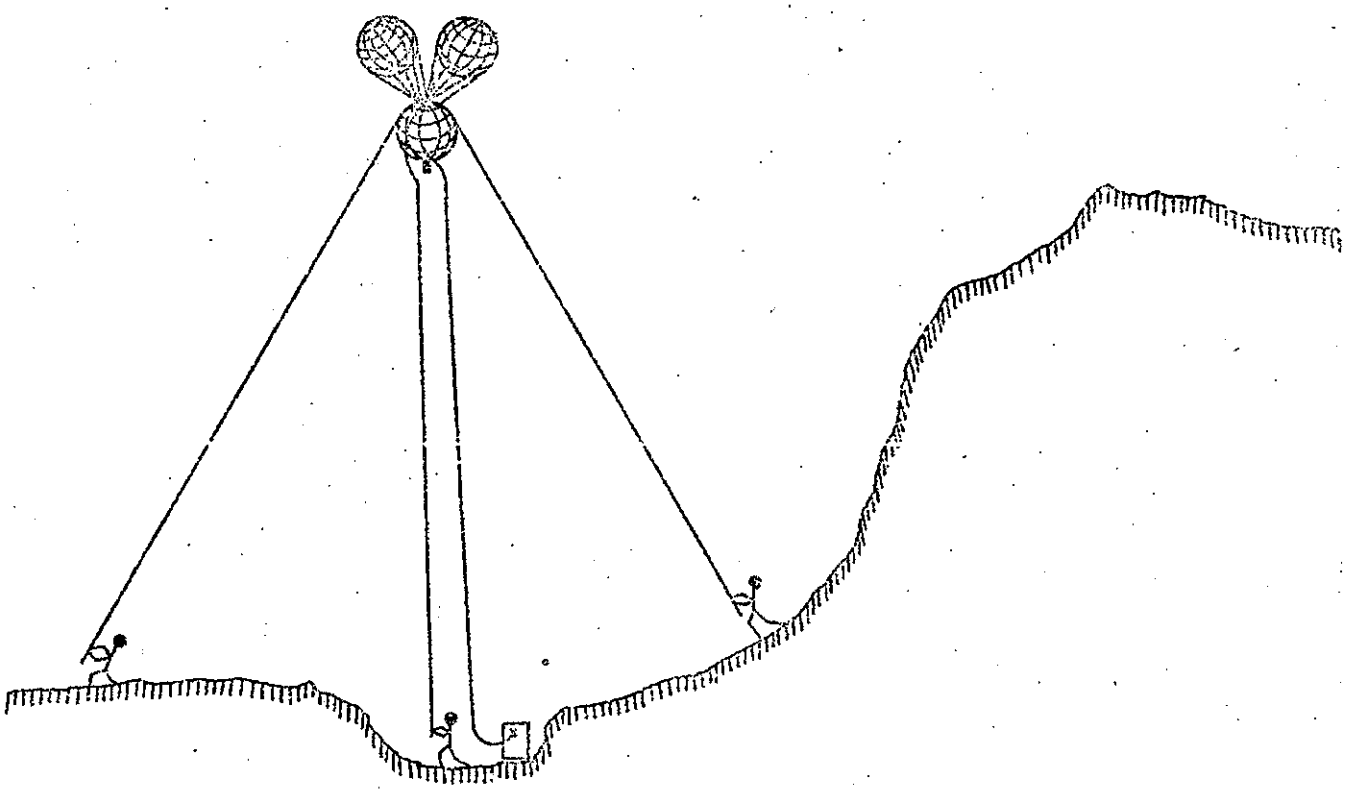


ILUSTRAÇÃO 5.1-8 CONJUNTO DE DOIS BALÕES



ESBÔÇO DA EXPERIÊNCIA COM 3 BALÕES ESTAIADOS

ILUSTRAÇÃO 6.0_I