

COORDENAÇÃO DE PROJETOS E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

INPE-208 RI-009

PROJETO: EXAMETNET

TÍTULO: RELATÓRIO SOBRE O ESTABELECIMENTO DE ESTAÇÃO DE
SONDAGEM COM FOGUETES EM LATITUDE DE APROXIMADA
MENTE 23°S.

AUTOR: LUIZ GYLVAN MEIRA FILHO

PUBLICADO EM: JUNHO, 1972

RELATÓRIO SOBRE O ESTABELECIMENTO DE ESTAÇÃO DE
SONDAGEM COM FOGUETES EM LATITUDE DE APROXIMADAMENTE 23°S

I - A REDE INTER-AMERICANA EXPERIMENTAL DE FOGUETES METEOROLÓGICOS

As atividades dos meteorologistas até cerca de duas décadas atrás estavam limitadas à região abaixo de 30Km, que podia ser estudada com o uso de balões de sondagem. A região acima de 30Km era normalmente admitida como sendo estática e portanto sem grande interesse. Entretanto, as observações iniciais feitas com foguetes meteorológicos mostraram o oposto. Medidas entre 30 e 60km revelaram que esta região é bastante dinâmica: mudanças climáticas foram descobertas na circulação, especialmente durante o inverno. O fenômeno da oscilação quasi-bienial na região equatorial encontrado após a acumulação de alguns anos de dados, fez com que fossem revisadas as teorias sobre a estratosfera. Além disso, é hoje em dia reconhecido que o comportamento da atmosfera entre 30 e 60km influencia a região mais baixa, sendo portanto de interesse direto para a meteorologia convencional.

A escala horizontal dos fenômenos da região é bem maior que a de fenômenos mais próximos da superfície: conclui-se daí que as observações necessárias ao estudo do comportamento da atmosfera entre 30 e 60km não precisam ser feitas por uma rede tão densa quanto a de ob

servações de superfície ou mesmo quanto a de observações por balões. Por outro lado, como no caso de observações meteorológicas convencionais, é essencial que haja sincronização das observações feitas por várias estações, bem como que haja uma inter-calibração dos sensores e métodos de medida usados.

Daí a tendência para a organização de redes de observação envolvendo várias estações, e que servem como mecanismos de disseminação dos dados, de coordenação de observações, e de padronização de técnicas. Como as distâncias entre estações são grandes, estas redes são necessariamente internacionais.

O Brasil foi um dos organizadores e faz parte da Rede Inter-Americana Experimental de Foguetes Meteorológicos desde 1965, por intermédio do INPE, com lançamentos de Natal, RN, através de convênio com o Ministério da Aeronáutica que opera o Campo de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno.

O Documento I em anexo intitulado "EXAMETNET - Os Primeiros Cinco Anos - (EXAMETNET - The First Five Years)" descreve a instalação dessa rede.

Os próximos parágrafos são uma tradução do prefácio desse documento:

EXAMETNET - Os Primeiros Cinco Anos, 1966 - 1970

PREFÁCIO

Foguetes de sondagem meteorológica foram utilizados pela primeira vez em números significativos no fim da década de cinquenta, e o lançamento coordenado desses foguetes de sondagem estava essencialmente restrito ao hemisfério norte. No meio da década de sessenta, a Argentina, o Brasil e os Estados Unidos estabeleceram um programa em cooperação de lançamentos coordenados para superar essa desigualdade óbvia em nosso conhecimento da estrutura e comportamento da atmosfera superior com respeito ao hemisfério sul. O propósito do programa era prover informação sinótica sobre ventos e temperaturas da estratosfera e mesosfera inferior, até uma altitude de cerca de 60km, em ambos os hemisférios. Estes dados, combinados com os obtidos com outras técnicas de observação, formariam a base para o estudo de diversos fenômenos meteorológicos como aquecimentos de latitudes médias e altas, oscilações tropicais, inter-relação entre diferentes regiões da atmosfera, configurações da circulação em grande escala, e relações inter-hemisféricas na atmosfera superior.

Depois de reuniões de planejamento e organização em 1965, a Rede Inter-Americana Experimental de Foguetes Meteorológicos (EXAMETNET) iniciou o lançamento de foguetes de sondagem meteorológica em janeiro de 1966, e tem continuado em um programa coordenado. A cada

ano, representantes de cada país reúnem-se para rever as atividades do ano anterior e planejar para o ano seguinte. Na última reunião no Rio de Janeiro, Brasil, em Outubro de 1970, achou-se que a conclusão de cinco anos de operação constituiria um marco significativo, e que seria então apropriado rever os esforços de meia década, e que a verificação ajudaria na formulação de planos futuros.

Este documento é um relatório dessa avaliação. Ele descreve a formação da rede, relações internacionais e nacionais, a tecnologia, procedimentos e técnicas de dados, e seus melhoramentos e a pesquisa que tem sido realizada como um resultado desse esforço cooperativo internacional.

Apesar de que isto é uma auto-avaliação e um documento preparado internamente, foi feito um esforço proposital para manter objetividade na revisão dos vários aspectos. Espera-se que este objetivo tenha sido atingido, e que este relatório seja de algum interesse e utilidade para outras organizações e grupos engajados ou planejando observações com foguetes de sondagem meteorológica e a coordenação de tais atividades com outras para aumentar a utilidade científica da informação.

II - DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS OBSERVAÇÕES

O objetivo das sondagens é fazer medições do perfil de temperatura e ventos em função da altitude, em alturas entre 30 e 60Km, o que pode ser feito em duas modalidades - TEMPERATURA e VENTOS ou VENTOS SÓMENTE. Para medir temperatura e ventos, utiliza-se uma sonda com paraquedas, os quais são lançados com um foguete à altura de 60 a 65Km. Nessa altura o paraquedas abre e desce com a sonda lentamente. O paraquedas é seguido com um radar, e a informação resultante de posição em função do tempo é convertida em vento em função da altura, por uma técnica de diferenciação numérica essencialmente idêntica à usada com balões meteorológicos (RAWINSONDE). A sonda carrega um elemento sensor de temperatura e um transmissor de telemetria que transmite a informação (temperatura versus tempo) para terra de modo também análogo ao utilizado em sondagens meteorológicas com balões. A transmissão é em 1680MHz ou 403MHz, que são as mesmas frequências utilizadas em radiosondas americanas. Os dados são complementados abaixo de 30km pelos obtidos com uma radiosondagem de balão normal. A figura 1 mostra exemplo de resultado.

Para medir ventos somente, o foguete de sondagem carrega uma carga de palha metálica ("chaff") - grande número de pequenas barras de metal, que caem lentamente a partir da ejeção a 60-65km, em forma de nuvem, seguida por radar. Da trajetória da nuvem de "chaff" deduz-se o perfil de ventos. Aqui novamente complementa-se os dados com os de uma sondagem meteorológica com balão, abaixo de 30km.

A figura 2 mostra um exemplo dos resultados obtidos.

51192
PMA, BARKING SANDS (NAVAL), HAWAII
22.0N 159.8W

V A Q SMT TR WS TS AC BC MC TC
09 01 10 2041 +104 102 010 000 000 01 02

QUESTIONABLE DATA

BASE DATA
GEOM HGT 2110 DECATRS WHT WHT THT THS SQ SMT SHB RT RP
PRESSURE 046.68 MBS
TEMP -55.9 DEGC

SOUNDING (HGT IN GEOMETRIC DECATRS)

HGT	WIND	FV	TEMP	TC	PRES	DENSITY	SOS	SPC	SPC
	POLAR	COMPONENT							
	DEG	MPS	N-S	E-W	MPS	DEGC	MB	G M	MPS A B
05700	243 054	024 048	106	-007	-03				327
05800	240 045	022 039	107	-007	-05				327
05818	240 044	022 039	102	-003	-04				330
05800	239 043	022 037	100	-004	-04	4.014-1	5.219-1		329
05500	230 035	022 027	092	-011	-04	4.550-1	5.970-1		325
05449	238 027	014 023	089	-013	-03	4.883-1	6.449-1		323
05400	234 019	011 015	086	-012	-02	5.170-1	6.778-1		323
05300	219 013	010 008	081	-008	-02	5.572-1	7.775-1		327
05200	207 007	008 003	077	-005	-01	6.059-1	9.735-1		329
05100	162 011	010 003	073	002	-01	7.589-1	9.713-1		333
05068	134 014	010 010	071	005	-02	7.907-1	1.008-0		334
05000	132 020	014 015	068	002	-02	8.385-1	1.087-0		332
04980	128 026	016 020	070	001	-02	8.810-1	1.116-0		332
04900	127 030	018 024	065	002	-02	9.711-1	1.230-0		333
04820	124 036	020 030	063	004	-02	1.073+0	1.355+0		334
04800	122 030	016 026	060	003	-02	1.078+0	1.387+0		333
04746	117 032	014 029	059	002	-02	1.175+0	1.479+0		332
04700	112 025	009 023	056	006	-01	1.241+0	1.558+0		335
04600	104 013	003 012	051	017	-01	1.358+0	1.712+0		341
04553	117 009	004 008	050	021	-01	1.478+0	1.785+0		344
04500	130 004	003 003	050	021	-01	1.570+0	1.875+0		344
04464	190 004	004 001	050	020	-01	1.641+0	1.967+0		344
04403	175 004	004 000	048	011	-01	1.766+0	2.207+0		338
04352	172 006	009 003	046	004	-01	1.874+0	2.293+0		334
04300	140 010	009 003	046	004	-01	1.993+0	2.475+0		334
04269	147 008	007 004	043	003	-01	2.074+0	2.599+0		333
04200	144 010	008 006	042	001	-01	2.255+0	2.863+0		331
04127	141 011	008 007	040	006	-01	2.478+0	3.258+0		322
04103	133 009	006 006	039	010	-01	2.544+0	3.314+0		325
04100	133 010	007 007	039	010	-01	2.555+0	3.336+0		325
04016	084 007	001 007	035	010	-01	2.859+0	3.810+0		322
04000	077 006	001 005	037	015	-01	2.917+0	3.902+0		321
03900	022 037	007 003	035	016		3.324+0	4.502+0		321
03854	006 009	009 001	035	017		3.543+0	4.814+0		321
03800	353 009	009 001	031	020		3.802+0	5.132+0		319
03712	334 010	009 004	025	025		4.289+0	5.554+0		316
03700	324 010	008 006	027	025		4.354+0	5.577+0		316
03600	284 011	003 010	025	030		4.999+0	7.050+0		313
03587	283 011	002 010	025	030		5.078+0	7.233+0		313
03511	256 017	004 016	027	026		5.559+0	8.704+0		315
03500	270 014	002 014	025	027		5.743+0	9.171+0		315
03481	257 017	004 017	026	028		5.901+0	9.390+0		314
03455	243 016	002 016	025	027		6.127+0	9.704+0		314
03400	267 018	001 018	022	028		6.595+0	9.355+0		314
03388	275 016	001 016	021	028		6.711+0	9.532+0		314
03300	230 021	004 020	019	032		7.583+0	1.086+1		312
03264	278 023	003 023	018	033		8.002+0	1.155+1		311
03207	289 024	008 023	019	038		8.657+0	1.263+1		307
03200	282 027	006 026	018	038		8.744+0	1.277+1		308
03185	289 025	008 024	019	037		8.952+0	1.324+1		306
03139	246 030	008 029	018	041		9.569+0	1.441+1		306
03100	283 028	006 027	016	040		1.011+1	1.504+1		306
03082	282 033	007 032	016	040		1.039+1	1.557+1		306
03042	280 029	005 029	015	039		1.103+1	1.651+1		307
03000	248 027	001 027	015	043		1.171+1	1.761+1		304
02978	249 025	001 025	014	045		1.211+1	1.824+1		303
02900	252 022	007 021	015	043		1.259+1	2.055+1		304
02809	236 018	010 015	015	042		1.359+1	2.357+1		305
02800	237 019	010 016	014	042		1.373+1	2.378+1		305
02700	245 013	009 012	012	049		1.826+1	2.798+1		300
02680	238 012	007 012	011	051		1.886+1	2.903+1		299
02600	251 012	002 012	010	052		2.128+1	3.239+1		298
02500	277 010	001 010	010	054		2.483+1	3.693+1		297
02476	281 011	002 011	010	054		2.583+1	4.097+1		297
02416	279 007	001 007	011	055		2.832+1	4.513+1		296
02400	270 007	000 007	009	056		2.902+1	4.629+1		296

SOUNDING CONTINUED

(HGT IN GEOMETRIC DECATRS)

HGT	WIND	FV	TEMP	TC	PRES	DENSITY	SOS	SPC	SPC
	POLAR	COMPONENT							
	DEG	MPS	N-S	E-W	MPS	DEGC	MB	G M	MPS A B
02300	201 003	004 002	011	-057			3.394+1	5.452+1	295
02266	191 006	006 001	010	-057			3.589+1	5.783+1	295
02252	180 007	007 000	011	-059			3.671+1	5.921+1	293
02208	161 010	010 003	014	-059			3.929+1	6.362+1	294
02200	177 004	004 000	011	-059			3.975+1	6.438+1	293
02146	150 004	003 002	012	-062			4.348+1	7.107+1	291
02100				-064			4.668+1	7.680+1	290
02043				-066					289

SOUNDING CONSTANT PRESSURE LEVELS (HGT IN GEOPOTENTIAL DECATRS)

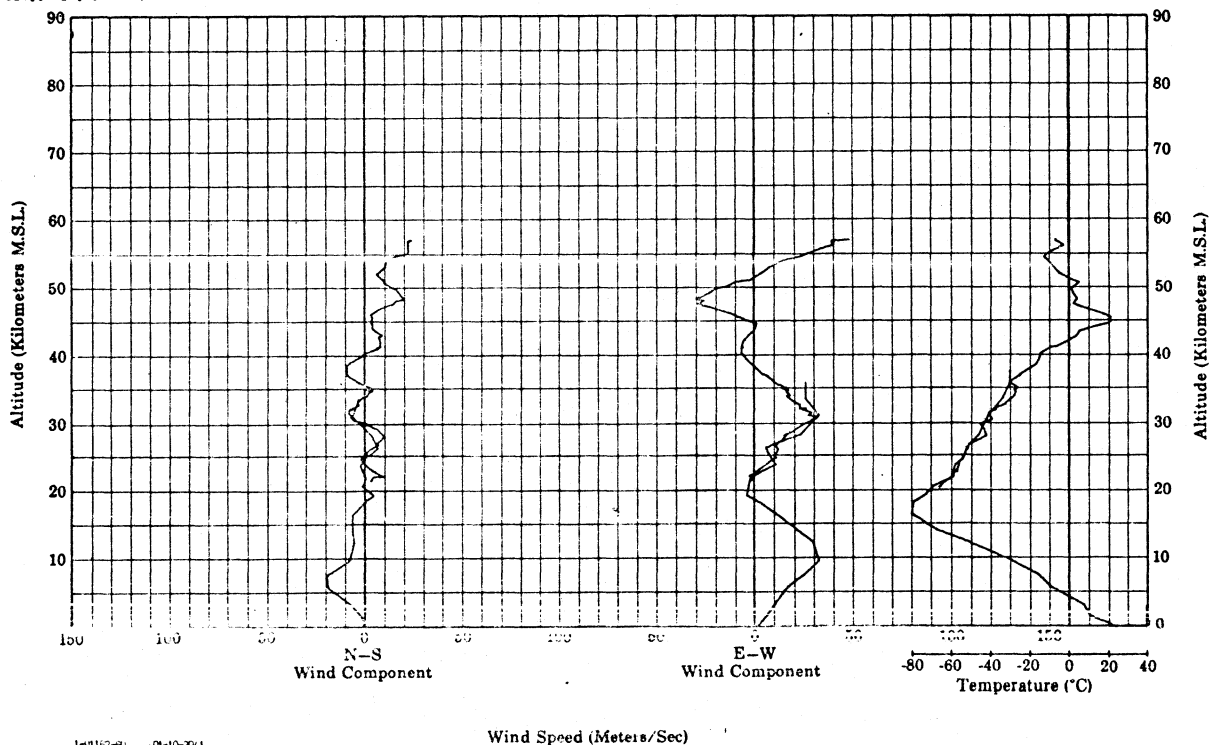
HGT	WIND	FV	TEMP	TC	PRES	DENSITY	SOS	SPC	SPC
	POLAR	COMPONENT							
	DEG	MPS	N-S	E-W	MPS	DEGC	MB	G M	MPS A B
05545	239 043	022 037		-006	-04	4.000-1	5.485-1		328
05111	145 008	008 001		-002	-01	7.000-1	9.759-1		330
04822	125 030	017 025		003	-02	1.000+0	1.426+0		333
04248	157 010	009 004		003	-01	2.000+0	2.731+0		332
03893	255 006	003 005		012		3.000+0	4.381+0		322
03556	261 011	002 011		-029		5.000+0	7.243+0		313
03315	275 020	002 019		-030		7.000+0	1.126+1		313
03168	282 028	006 027		-039		1.000+1	1.578+1		307
02803	258 012	003 012		-052		2.000+1	3.571+1		298
02344	249 005	002 005		-056		3.000+1	5.008+1		295

RADIOSONDE

(HGT IN GEOPOTENTIAL DECATRS)

HGT	WIND	FV	TEMP	TC	PRES	DENSITY	SOS	SPC	SPC
	POLAR	COMPONENT							
	DEG	MPS	N-S	E-W	MPS	DEGC	MB	G M	MPS A B
03730				-030		4.000+0			
03570	254 028	-012 026		-030		5.000+0			
03521	276 026	-008 026		-034		7.000+0			
03087	260 034	-006 033		-041		1.000+1			
03028	277 031	-004 031		-042		1.090+1			
02797	259 023	004 023		-046		1.540+1			
02624	220 010	007 006		-052		2.000+1			
02248	091 003	000 003		-069		2.030+1			
02448	276 009	001 009		-054		2.630+1			
02364	278 011	002 011		-058		3.000+1			
02176	126 002	001 002		-059		4.050+1			
02062	067 003	001 003		-068		4.680+1			
01920	140 006	005 004		-073		6.000+1			
01850	250 002	001 001		-077		7.000+1			
01814	277 003	000 003		-079		7.450+1			
01647	301 012	006 011		-080		1.000+2			
01412	284 023	006 022		-087		1.570+2			
01232	280 030	005 030		-051		2.070+2			
00956	243 034	008 033		-029		3.000+2			
00744	307 031	019 025		-015		4.000+2			
00574	318 025	018 017		-009		5.000+2			
00403	301 011	006 010		008		7.000+2			
00144	283 006	001 006		011		8.500+2			
00006	233 002	000 002		023		1.000+3			
00001	290 002	001 002		024		1.006+3			

ROCKETSONDE --- SUPPLEMENTAL DATA --- RADIOSONDE
NOTOR ABCS PERFORM GOOD RADIOSONDE TYPE ANANT 4D
PAYLOAD SCHE 1A PERFORM GOOD PRESS SNR ANTERO
RADIO TYPE MPS 26 GR EQUIP GMD 1R TEMP ELANT ROD THERM
EF AZ ANG 327 EF EL ANG 54.0 BALLOON SIZE 1200 GRAMS
PAYLOAD ACQUIS ALT 60870 TIME 175 GRID EQUIP GMD 1R
WIND SNR 15 Fz CHUTE REMARKS:
TEMP SNR 10 Mf ALUM BEAD
SPEC SNR N/A



1-59152-9J -01-10-2041

Wind Speed (Meters/Sec)

72477
GREEN RIVER, UTAH
38.9N 110.1W

Y M D CMT TR WS TS AC BC WC TC
09 01 17 0040 -125 010 000 000 000 00 00

QUESTIONABLE DATA
BASE DATA
GEOM HGT 2355 DECATRS
PRESSURE 030.00 *35
TEMP -63.4 DEGC
WMT WMB THT THB SQ SHT SHB RT RP
01 32

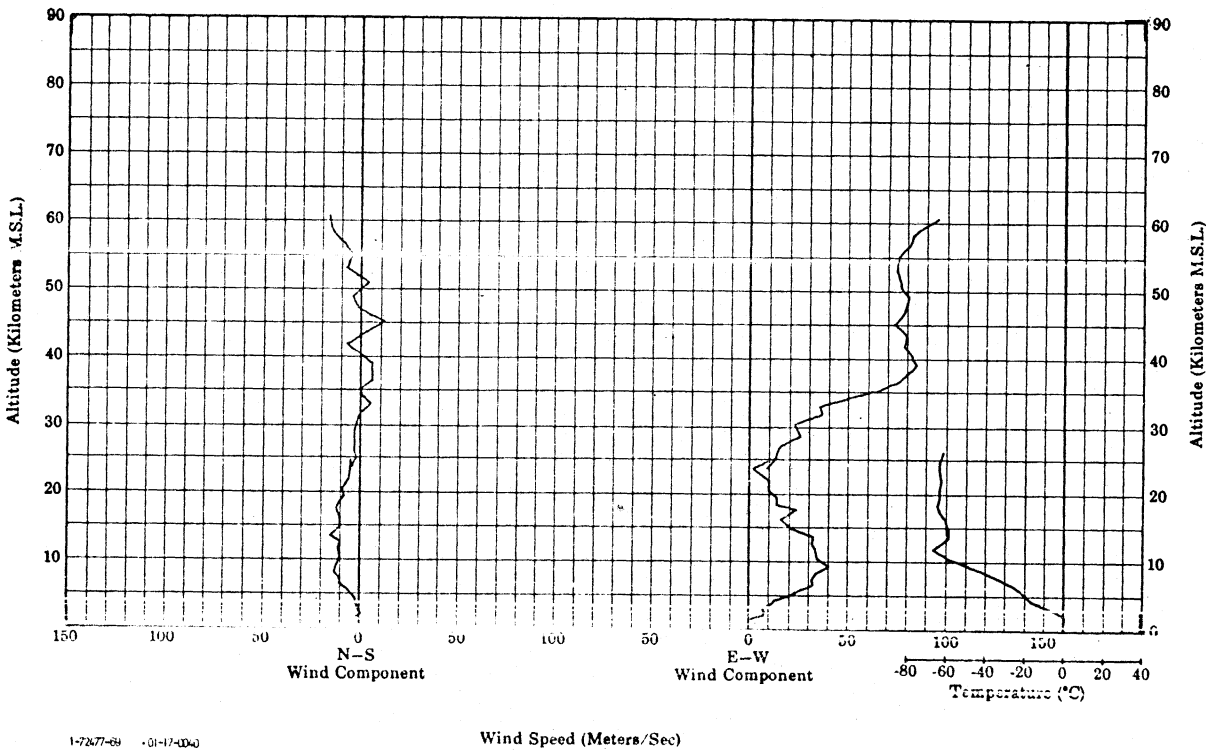
SOUNDING (HGT IN GEOMETRIC DECATRS)
HGT WIND FV TEMP TC PRES DENSITY SDS SPC SPC

	WIND		FV		TEMP	TC	PRES	DENSITY	SDS	SPC	SPC
	POLAR	COMPONENT	DEG	MPS							
	DEG	MPS	N-S	E-W	MPS	DEGC	MB	G M	MPS	A	B
06056	280	098	-016	096	082						
06000	280	094	-016	093	078						
05900	280	088	-015	087	071						
05831	280	084	-014	084	066						
05800	279	084	-013	083	055						
05700	277	082	-010	082	058						
05648	275	081	-008	081	055						
05600	275	080	-007	079	052						
05500	273	076	-004	076	045						
05496	273	076	-004	076	045						
05400	275	075	-006	075	042						
05304	275	075	-007	075	040						
05300	275	075	-007	075	040						
05200	271	076	-002	076	037						
05100	268	077	003	077	035						
05078	267	077	004	077	034						
05000	269	078	001	078	034						
04900	272	081	-003	081	035						
04871	273	081	-004	081	035						
04800	272	080	-003	080	033						
04700	271	079	-001	079	030						
04676	270	079	000	079	029						
04600	266	077	005	077	029						
04502	261	075	012	074	028						
04500	261	075	012	074	028						
04400	265	078	006	078	028						
04334	268	080	002	080	028						
04300	270	080	000	080	027						
04200	274	079	-005	079	026						
04173	275	079	-007	079	025						
04100	273	081	-004	081	023						
04029	270	083	000	083	022						
04000	269	083	001	083	022						
03900	266	085	005	085	024						
03892	266	085	006	085	024						
03800	266	082	006	082	023						
03755	266	080	006	080	022						
03700	265	078	006	078	021						
03627	265	075	006	075	020						
03600	267	072	004	072	020						
03502	270	065	000	065	021						
03500	270	065	000	065	021						
03400	269	050	001	050	015						
03392	267	050	002	050	015						
03300	262	038	005	038	023						
03277	262	036	005	036	024						
03200	267	037	002	037	018						
03161	270	037	000	037	015						
03100	272	031	-001	031	015						
03018	276	023	-002	023	016						
03000	275	023	-002	023	016						
02900	277	025	-003	025	014						
02841	277	026	-003	026	013						
02800	277	023	-003	023	013						
02700	281	016	-003	016	015						
02670	280	015	-003	015	015						
02600	282	014	-003	014	014						
02509	279	013	-002	013	012						
02500	278	013	-002	013	012						
02400	292	011	-004	010	012						
02368	293	010	-004	009	012						

RAVINSOIDE (HGT IN GEUPOTENTIAL DECATRS)

HGT	WIND		TEMP		PRES	
	POLAR	COMPONENT				
	DEG	MPS	N-S	E-W	DEGC	MB
02597					-061	2.000+1
02458	299	010	-005	009	-063	2.500+1
02346	337	006	-005	002	-063	3.000+1
02169	301	012	-006	010	-062	4.000+1
02031	312	013	-009	010	-063	5.000+1
01919	299	016	-008	014	-063	6.000+1
01824	308	017	-011	014	-064	7.000+1
01742	297	028	-012	024	-063	8.000+1
01604	302	019	-010	016	-060	1.000+2
01464	294	024	-010	022	-058	1.250+2
01349	294	036	-015	033	-058	1.500+2
01253	287	033	-010	032	-062	1.750+2
01171	287	037	-011	034	-066	2.000+2
01034	286	036	-010	035	-058	2.500+2
00916	286	044	-012	041	-047	3.000+2
00812	291	037	-013	034	-039	3.500+2
00713	288	034	-010	032	-031	4.000+2
00634	287	033	-010	033	-025	4.500+2
00557	284	026	-006	025	-021	5.000+2
00486	281	021	-004	021	-018	5.500+2
00420	280	013	-002	013	-016	6.000+2
00359	283	011	-002	011	-011	6.500+2
00302	276	007	-001	007	-006	7.000+2
00248	268	006	000	008	-002	7.500+2
00196	263	007	001	007	001	8.000+2
00147	336	002	-002	001	001	8.500+2

ROCKETSONDE - - - SUPPLEMENTAL DATA - - - RADIOSONDE
MOTOR J001 PERFORM GOOD RADIOSONDE TYPE VB TYPE
PAYLOAD L001 PERFORM GOOD
RADAR TYPE F15 16 CR EQUIP PRESS SNR HYPSONOMETER
EF AZ ANG UNK EF EL ANG UNK TEMP ELNRY TOW THERM
PAYLOAD ACQUIS ALT 203 K TIME 180 BALLOON SIZE 1000 GRAMS
WIND SNR CHAFF REMARKS: GND 1
TEMP SNR
SPRNG SNR



III - ORGANIZAÇÃO DE UMA BASE DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES DE SONDA- GEM METEOROLÓGICA

Para a operação satisfatória de uma base nos padrões EXAMETNET, ela deve ser capaz de desempenhar as seguintes funções (para medição de temperatura e ventos):

- Rastreo
- Estocagem e Montagem
- Lançamento
- Controle e Segurança
- Apoio Meteorológico

que são descritas a seguir, com especificação de instalações necessá-
rias.

A figura 3 dá uma idéia do funcionamento do sistema.

Rastreo

O rastreo refere-se ao seguimento do paraquedas com son-
da ou da nuvem de "chaff" com um radar, e apresentação gráfica dos re-
sultados em função do tempo. Normalmente os resultados são apresentados
na forma de azimuth, elevação e distância.

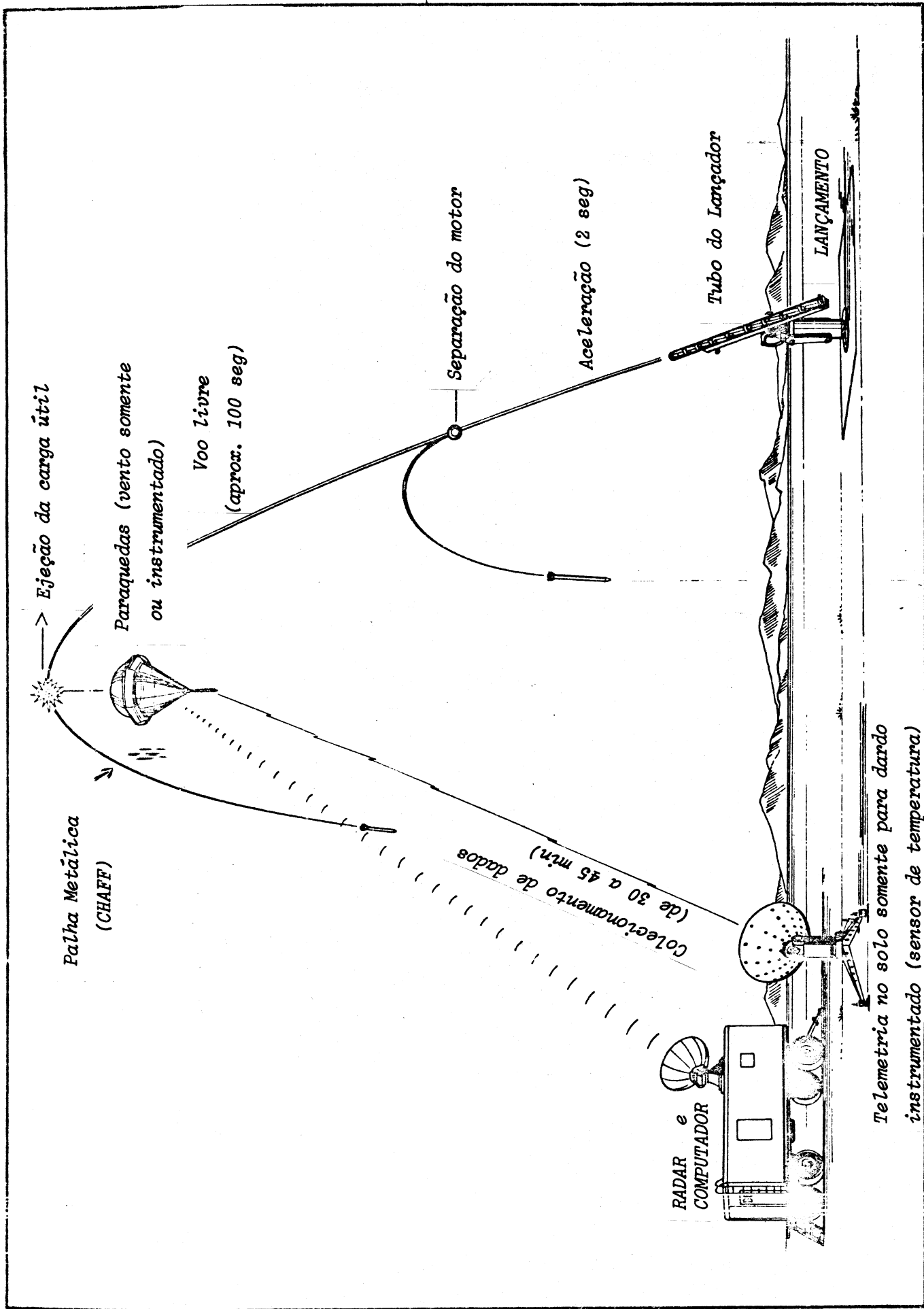


Fig. 3 - Sequencia de voo do JUDI-DARTO.

O conjunto mais usado é o MPS-19, de fabricação americana, com o computador OA-626 acoplado. Outras possibilidades são o COTAL IV, francês, e alguns radares de porte médio de fabricação japonesa. A título de exemplo, algumas características do MPS-19 são:

Antena:	refletor parabólico	240 cm
	ganho	33db
	feixe	3°
Pedestal:	movimento em elevação	-1,5° a 89,5°
	movimento em azimute	360° contínuo
Transmissor:	frequência	banda S 2700 a 2900MHz
	potência de pico	500kW
	largura de pulso	0,8 µs
Receptor:	figura de ruído	5 db
	faixa de passagem	3MHz
Sistema de medição de alcance:	alcance máximo	360.000 jardas
	alcance mínimo	500 jardas

O computador OA 626, associado ao radar MPS-19, converte a informação de elevação, azimute e alcance fornecida pelo radar em coordenadas planas e as apresenta em forma gráfica imediatamente. Os resultados podem ser na forma de coordenadas ortogonais no plano horizontal (X e Y) ou na forma de coordenadas ortogonais num plano vertical (R_h , alcance horizontal e H, altura). Suas características básicas são:

Máximo alcance oblíquo:	352.000 jardas
Máximo alcance horizontal:	352.000 jardas
Máxima altura:	250.000 pés
Máximos valores de X e Y:	352.000 jardas

Estocagem e Montagem

Para a estocagem de motores de foguetes, recomenda-se a utilização de uma estrutura semi-enterrada, de 6 x 6m, suficiente para mais de 50 motores. Os ignitores devem ser armazenados em pequeno depósito separado, apropriado para explosivos.

Na parte de montagem, é necessário uma área de cerca de 4 x 6m para montagem do foguete e outra de cerca de 4 x 4m para preparação da carga útil.

O foguete mais utilizado para sondagens meteorológicas atualmente é o Judi, ou sua versão Loki, com as denominações de Judi-dart Datasonde quando acoplado a carga útil para medição de temperatura, ou Judi-dart chaff quando para medição de vento somente.

Suas características principais são as seguintes:

Judi-dart chaff

Tipo	JUDI I (motor)
	Dardo (carga útil de "chaff" de banda 5)

Peso (libras)

Carga útil (com dardo)	8
Motor	23,8
Propelente	18,1

Carga útil (dardo)

Diâmetro	1,375 pol.
Volume interno	31 pol. cúbicas

Motor (Judi)

Diâmetro	3 pol.
----------	--------

Desempenho

Altitude máxima	240.000 pés
Velocidade máxima	6,1 pés/seg.
Aceleração máxima	250 G's

Comprimento

Dardo	40 pol.
Judi (motor)	<u>63,7 pol.</u>
Total	103,7 pol.

Loki-dart Datasonde

Tipo LOKI (motor)
 Datasonde (carga útil instrumentada)

Peso (libras)

Carga útil	9,8
Motor	24,2
Propelente	18,15

Carga útil (dardo)

Diâmetro	1,4 pol.
Comprimento	45,7 pol.

Motor (LOKI)

Diâmetro	3 pol.
Comprimento	66,9 pol.

Desempenho

Altura máxima	205.000 pés
---------------	-------------

Lançamento

É necessária uma casamata, de construção semi-enterrada, que deverá abrigar pessoal de meios de lançamento, incluindo fonte de alimentação para a caixa de fogo.

A plataforma de lançamento em si é uma base concretada de forma circular com 5m de diâmetro, sobre a qual é instalado o lançador.

O lançador é um tubo com cerca de 260cm de comprimento, montado em uma viga em I, cuja posição pode ser ajustada em azimute e elevação, com círculos de leitura correspondentes. Na mesma viga pode ser colocado um tubo menor para lançamento de foguetes de teste.

Controle e Segurança

Estão compreendidos aqui o controle geral da operação e contagem regressiva, segurança da área de impacto e interdição do tráfego aéreo e naval. As instalações necessárias são as de comunicação com os órgãos de proteção ao voo da área bem como interna entre os vários elementos do sistema.

Apoio Meteorológico

Consiste na obtenção de informações meteorológicas de superfície, bem como de radiosondagem. O equipamento de terra utilizado na radiosondagem é também usado na recepção da telemetria da sonda do foguete; para isto é necessário que haja compatibilidade de frequências (403 ou 1680MHz). As instalações são bastante conhecidas e dispensam maiores comentários.

Pessoal

A equipe necessária consiste de:

- 1 diretor de teste
- 1 operador de radar
- 1 operador de computador
- 2 meteorologistas
- 1 auxiliar de montagem
- 1 encarregado do lançamento

Lay-out da base de lançamento

A figura 4 mostra uma sugestão de lay-out da base, com as distâncias mínimas para efeito de segurança.

80 km de distância de área habitada

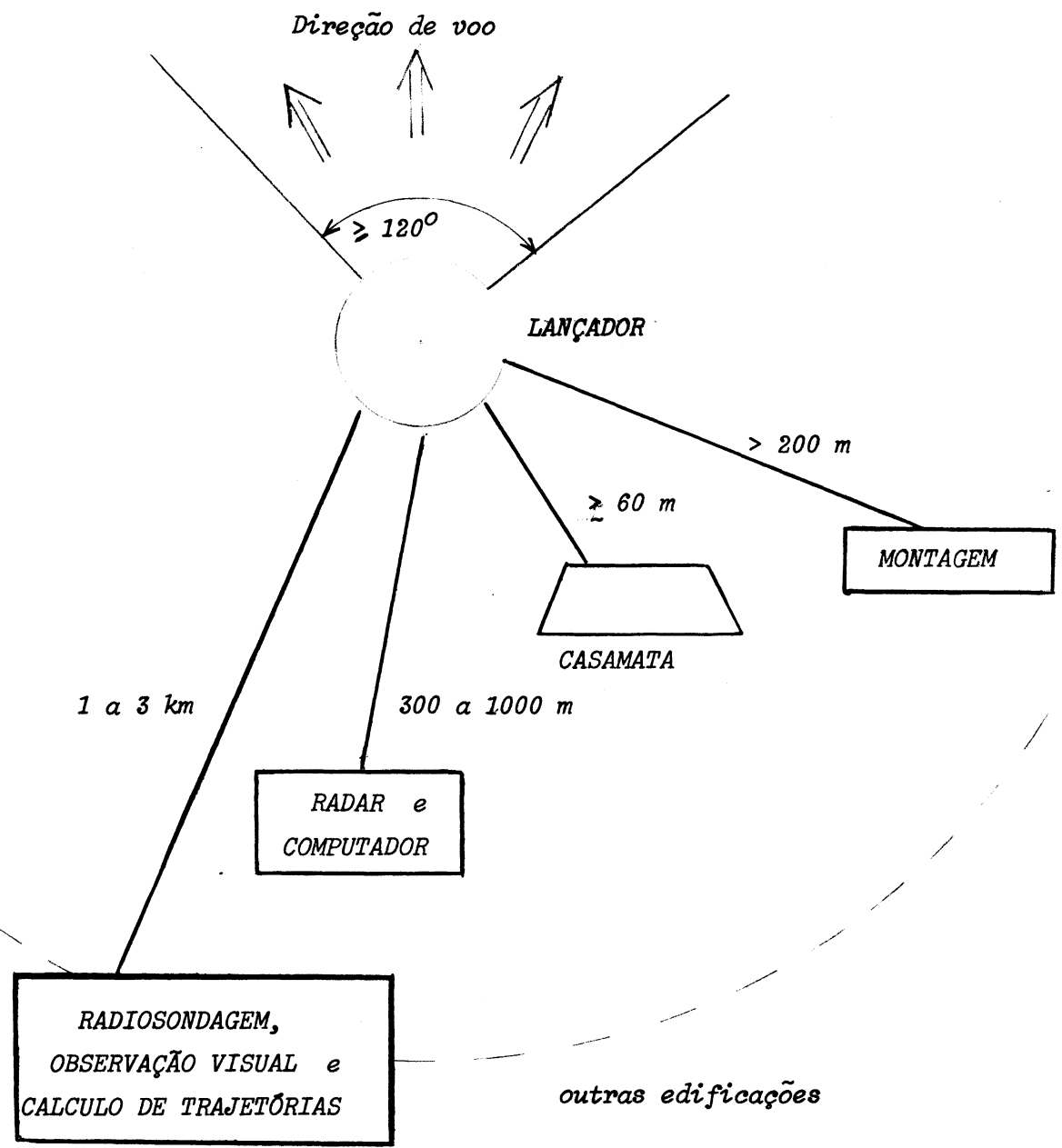


Fig. 4 - Lay-out de base de lançamento de foguetes meteorológicos.

IV - CUSTOS ESTIMADOS DE INSTALAÇÃO E CUSTEIO

INSTALAÇÃO

Rastreo

Radar MPS-19 e Computador OA-626 U\$ 250.000,00

Montagem e Estocagem

Construção Civil Cr\$ 40.000,00

Lançamento

Casamata Cr\$ 30.000,00

Plataforma Cr\$ 10.000,00

Lançador U\$ 7.000,00

Controle e Segurança

Comunicações Cr\$ 40.000,00

Sala de controle Cr\$ 30.000,00

Apoio Meteorológico

Prédio Cr\$ 30.000,00

Receptor (GMD-1) U\$ 40.000,00

CUSTEIO

Foguetes com carga útil, cada U\$ 1.400,00

Outros itens

Pessoal

Manutenção

Balões, radiosondas, hidrogênio

Transporte

V - INTERESSE NA INSTALAÇÃO DE BASE DE LANÇAMENTOS EM LATITUDE PRÓXIMA DE 23°S

Em todas as reuniões da EXAMETNET foi salientada a necessidade de uma estação adicional por volta de 23°S:

1 - Na reunião de Agosto de 1965 em Wallops Island, Va., U.S.A., para o estabelecimento da Rede, constava já do mapa de estações propostas, uma em Ilha Bela ou redondezas.

2 - Na segunda reunião, Setembro de 1966, em Ascochinga, Argentina, a recomendação nº 17 do Grupo de Trabalho Científico, aprovada pelo Comitê Executivo, menciona os planos de instalação da estação a 23°S.

3 - Na terceira reunião, Outubro de 1967, em São José dos Campos, na recomendação nº 14 novamente é mencionada a estação de 23°S, com importância adicional dando ao deslocamento da base Argentina de Chamical (28°S) para Mar Chiquita (38°S), o que aumenta a distância entre Natal e a base Argentina.

4 - Na quarta reunião, Outubro de 1968, em Wallops Island, Va., U.S.A., a recomendação nº 8 menciona a nova estação, agora

associada ao nome Marambaia.

5 - Na quinta reunião, Outubro de 1969, em Mar del Plata, Argentina, a recomendação nº 8, é de que "*sejam feitos esforços para a adicionar uma estação de lançamentos perto de Marambaia (23°S), que pro verá continuidade de medidas para cobertura em latitude entre Natal e Mar Chiquita*".

6 - Na sexta reunião, Outubro de 1970, no Rio de Janeiro, Brasil, a mesma recomendação foi repetida.

7 - Na sétima reunião, Junho de 1971, em Mountain View, California, U.S.A., foram feitas recomendações mais extensas, que são reproduzidas abaixo:

"Seguem-se as recomendações do Grupo de Trabalho Científico e Técnico, a respeito de implementação de redes meridionais e par ticipação de outros locais de lançamento:

Recomendações sobre aspectos científicos

Fase I - Presente até fins de 1972

- 1 - *Que lançamentos sejam feitos em estações EXAMETNET de acordo com o programa da Tabela I.*

TABELA I

PREMISSAS ADMITIDAS PARA O ESTABELECIMENTO
DE LOCAIS E FREQUÊNCIAS DE LANÇAMENTO

País	Local de Lançamento	Fase I		Fase II	Fase III
		1971	1972	1973	post 1973
<u>Rede do Hemisfério Ocidental</u>					
Estados Unidos	Thule, Groenlândia	}			
	Fort Churchill, Canadá (com Canadá)				
	Ilha Wallops				
	Cabo Kenedy				
	Antigua				
	Forte Sherman, C.Z.				
	Ilha de Ascensão				
México	Acapulco (próximo)				1/mes
França	Kourou, Guiana Francesa				começa Outubro 30/ano (não há lançamentos em Julho e Agosto)
Brasil	Natal	1/mes	1/mes	1/sem.	1/sem.

pelo menos 1/semana

TABELA I (continuação)

País	Local de Lançamento	Fase I		Fase II		Fase III	
		1971	1972	1973	1973	após 1973	
	23°S	—	0-1/mes	1/mes	1/mes	1/semana	
Argentina	Mar Chiquita	2/mes	2/mes	2/mes	2/mes	1/semana	
	Rio Galegos	—	—	—	—	2/mes	
Antartica	McMurdo Sound	—	—	—	—	1/mes	
		—	—	—	—	1/semana	
<u>Rede de Hemisfério Oriental</u>							
U. S. S. R.	Ilha Heiss	} pelo menos 1/semana —————>					
	Vongograd						
	Molodezhnaja						
	2 navio - Oceano Indico						
India	Thumba (com U.S.S.R.)	50/ano	—	25/ano	—	—	—
França	Ilha Kerguelen	—	—	50/ano (U.S.S.R.)	50/ano (França)	—	—
Pakistão	Sonmiani	15-20/ano	—	—	—	—	—

TABELA I (continuação)

País	Local de Lançamento	Fase I		Fase II	Fase III
		1971	1972	1973	após 1973
<u>Outros Locais</u>					
França	Biscarosse	mensalmente a pedido do Exército para acoplamento de testes (não há lançamentos em Agosto)			
Itália	Navio	ignorado			
	San Marco				
Japão	Ryori	1/semana			
Espanha	El Arenosillo	30/ano 50/ano			
	S. Uist.	somente de Dezembro a Março 40			

4 - Que os seguintes estudos científicos sejam iniciados com os dados desta fase, e que a adequação dos dados seja estabelecida:

a - Fenômenos dinâmicos incluindo circulação e movimentos cíclicos - podem ser iniciados estudos de pelo menos as configurações de circulação em escala planetária através do uso de secções meridionais ou zonais e cartas de pressão constante ou altitude constante, onde possível. Já é possível confeccionar cartas de pressão constante no hemisfério norte. O uso de todos os dados de foguetes disponíveis aumentaria bastante a utilidade deste tipo de análise, bem como de secções zonais. Análises de secções meridionais tornar-se-iam possíveis no hemisfério sul, com algumas limitações nas regiões polares. Os movimentos cíclicos, especialmente em baixas latitudes podem ser estudados com o uso de análises da secção temporal em uma estação. Pode-se ganhar alguma informação adicional através do uso da distribuição longitudinal de estações na rede.

b - Transporte de energia - estes estudos podem ser desenvolvidos em escala limitada utilizando estações do hemisfério norte e a configuração grosseira da circulação obtidas das análises de pressão constante e altura constante. Estes estudos

podem ser levados até a base da mesosfera (cerca de 55km) e incorporar cálculos na troposfera a fim de tentar definir transportes da superfície até aquele nível. No hemisfério sul, os estudos estão restritos a análises de estações individuais, mas podem ser comparadas com estudos similares no hemisfério norte.

c - Climatologia - podem ser iniciados estudos climatológicos do hemisfério norte utilizando cartas de pressão constante, secções meridionais e zonais, e dados de estações individuais. Análises de secção e dados de estações individuais formariam a base para a climatologia do hemisfério sul neste período.

d - Marés atmosféricas e ondas de gravidade - o estudo destes fenômenos requer observações com frequência grande em espaço e em tempo. Portanto, pode não ser possível obter informações de utilidade geral com a distribuição de estações e programa de lançamentos desta fase. Entretanto, pode ser possível diferenciar alguns aspectos destes fenômenos com estudos do tipo climatológico.

Fase II - Ano de 1973

- 1 - *Que os lançamentos sejam efetuados nas estações EXAMETNET de acordo com o plano apresentado na Tabela I.*
- 2 - *Que os seguintes estudos científicos sejam realizados em adição aos da Fase I, e que todos os estudos mencionados aqui e na Fase I utilizem os dados adicionais disponíveis.*
 - a - *Estudos da circulação - o aumento da frequência das observações e uma estação adicional no hemisfério sul ajudaria as análises de secção. Além disso, existem planos para o lançamento do satélite Nimbus E durante a última parte de 1972, que terá a capacidade de fornecer dados de temperatura entre 45 - 50km. Estes dados podem ser usados em conjunto com os dados de foguetes para definir a circulação em termos hemisféricos. Os dados de foguetes continuariam a formar a base para esta análise e, assim, as análises do Hemisfério sul seriam as mais limitadas por falta de dados (essencialmente restrita a latitudes ao norte de 40°S).*

- b - Estudos da energia - aumento da frequência no hemisfério sul permitirá uma certa extensão limitada dos estudos de energia.*
- c - Climatologia - o aumento da frequência e a estação adicional aumentariam a base de dados e quando combinados com os dados da Fase I permitirão alguma extensão das análises climatológicas. Dados de satélites indicam fortemente que ambas as redes meridionais estão, felizmente, situadas em posições adequadas para definir ambos os centros de ar frio e quente que são consideradas características dominantes das circulações em altas latitudes no inverno, em ambos os hemisférios. O estudo desta característica estaria restrito pela ausência de lançamentos em altas latitudes na cadeia meridional ocidental (ou seja, ao sul de 40°S).*

Fase III - Após o ano de 1973

- 1 - Que o Comitê Executivo do EXAMETNET comunique-se com as organizações apropriadas para conseguir o estabelecimento das estações mostradas na Tabela I nesta Fase III com o fim de alcançar o objetivo de redes de uma região polar à outra.*

2 - Que as seguintes pesquisas científicas sejam condu
zidas além das apresentadas nas Fases I e II. Este
aumento de escopo na pesquisa, é possível devido ao
aumento do número de estações de lançamento e fre
quência dos lançamentos e a instalação de redes "po
lo a polo".

a - Circulação - modelos de circulação em todo o glo
bo até, aproximadamente, 60km, seriam definidos u
sando todos os dados disponíveis. Isto incluirá
dados de temperaturas, por satélites, para a es
tratosfera e baixa-mesosfera. Diferenças e seme
lhanças entre os hemisférios poderão ser defini
das e estudos poderão ser iniciados com respeito
à ligação existente entre hemisférios e entre ca
madas atmosféricas altas e baixas. Deve-se inves
tigar análises por computador como ferramenta pa
ra esta pesquisa.

b - Estudos da energia - utilizando-se séries glo
bais de análises, poderão ser iniciados estudos
de transferência de energia em escala regional e,
possivelmente, em escala global. O número proje
tado de estações operacionais também permitirá a
computação da troca de energia ao longo de linhas
longitudinais e latitudinais selecionadas a par
tir de dados de sondas por foguetes.

- c - *Climatologia* - informações para estudos climato
lógicos deverão ser grandemente aumentadas duran
te esta fase. Observações por satélites podem ser
usadas para aumentar a base de dados para estu
dos climatológicos. Deve ser dada consideração
a projetos especiais para o estudo de fenômenos
meteorológicos com escalas de tempo menores do
que uma semana (ou seja, menores que a escala pla
netária).
- d - *Influências solares* - pela implementação da Fa
se III, a altura do apogeu dos foguetes meteo
rológicos pode ser estendido de modo a permitir es
tudos das influências solares na atmosfera numa
escala mais larga do que antes. Sem dúvida o nú
mero de estações com a capacidade de maiores al
turas será consideravelmente menor que o número
total mostrado na Tabela I. Será necessário rela
cionar estas estações com as outras, bem como pre
ver lançamentos com maior frequência destas esta
ções com capacidade de grandes alturas devido à
grande variabilidade da atmosfera acima de 70km.
- e - *Transmissão vertical da energia* - uma possibili
dade interessante é o estudo da transmissão de e
nergia de níveis acima de 100km para níveis abai
xo de 60km através da camada de turbulência en
tre 70 e 100km. Estudos mostraram a existência

da camada de turbulência entre 70 e 100km, como também a propagação para baixo de sistemas com uma escala de tempo de algumas semanas, do nível de 60km para 25km, aproximadamente. Portanto, é sugerido que processos e meios sejam encontrados para a identificação de características em ambos os lados desta camada de turbulência. Talvez isto possa ser realizado com foguetes que atinjam alturas de 100 a 120km, lançados de uma ou duas estações selecionadas, com uma frequência de um por semana, ou mais. Alternadamente isto pode ser feito combinando dados de ventos de meteoritos com dados de ventos de foguetes abaixo de 60km.

- 3 - Que simpósios sejam realizados em épocas apropriadas para rever o progresso da análise dos dados. Estes também seriam úteis na definição de objetivos e planos futuros para fases subsequentes.

Recomendações com respeito a aspectos técnicos

Fase I - Até o fim de 1972

- 1 - Que planos sejam formulados tão breve quanto possível para a implementação das estações e frequências de lançamentos mostrados na Tabela I, pois o tempo

VI - CONCLUSÃO

Como se vê, a instalação de uma base de lançamentos de foguetes meteorológicos na costa do Brasil a cerca de 23°S é necessária como parte do programa internacional de estudo da estratosfera e mesosfera inferior. Os programas de investigação científica a serem desenvolvidos com os dados estão relacionados no item anterior em detalhe. É importante que os lançamentos sejam feitos dentro do âmbito da EXAMETNET porque, como outros dados meteorológicos, os obtidos com foguetes tem sua utilidade grandemente aumentada se for mantida uma padronização de técnica bem como coordenação de horário de lançamento.

Além disso, há uma outra justificativa para a instalação, derivada da necessidade de obtenção desses dados localmente para a definição de uma atmosfera padrão para a base de lançamento, que será de importância fundamental no desenvolvimento de foguetes nacionais que venha eventualmente a ser feito.