

OS SATELITES ARTIFICIAIS DA TERRA

Gen. Moysés Castello Branco Filho
Presidente da S.B.C.

Nesta notícia apresentamos aos leitores da *Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia* uma resenha dos satélites artificiais lançados pelo Homem em órbita terrestre e de outros engenhos que possibilitaram o largo desenvolvimento das comunicações terrestre entre os continentes pelo som e pela imagem, do conhecimento dos recursos naturais da Terra, das observações astro-físico-geodésicas e da exploração da Lua, de Marte e de outros planetas.

1.0.—ESTAÇÕES INTERNACIONAIS DE RASTREAMENTO DE SATELITES

O mapa mostra a atual rede internacional de estações per-

2.0—ESQUEMA DOS SATELITES TRANSIT

O sistema de navegação por satélites da Marinha Americana utiliza o conhecimento exato da órbita do satélite para determinação da posição da estação receptora (Sistema Doppler).

A geodésia de satélites abre a oportunidade de um datum geodésico mundial em futuro próximo.

3.0—DATAS DE LANÇAMENTOS DOS SATELITES TRANSIT DE NAVEGAÇÃO (Partir de 1967)

DESIGNAÇÃO	DATA LANÇAMENTO	SEMI-EIXO MAIOR EM 1/I/1971
30 120	14 Abril 1967	7 441,81 km
30 120	18 Maio 1967	7 464,08 "
30 140	25 Setembro 1967	7 451,52 "
30 180	02 Março 1968	7 462,80 "
30 190	27 Agosto 1970	7 465,22 "

Freqüência dupla de 150/400 MHz; órbitas elípticas distintas (próprias).

manentes de rastreamento de satélites geodésicos ou de navegação, em órbita terrestre (13 estações, inclusive no Centro Espacial de São José dos Campos — Brasil).

4.0—SISTEMA DOPPLER

No Sistema Doppler mede-se a velocidade do satélite num determinado intervalo de tempo (dois minutos) e obtém-se a

diferença de distância em dois instantes deste intervalo: inicial e final.

Esta diferença de distância define um hiperboloide que tem focos nas posições do satélite no começo e no fim do intervalo de tempo.

Pode-se concluir que a estação receptora está situada em algum lugar da superfície assim definida.

Observando-se dois outros intervalos de tempo, obtém-se dois outros hiperboloides. A interseção deles dá a posição da estação rastreadora (coordenadas geocéntricas).

A França e a União Soviética usam sistemas semelhantes de aplicação dos sinais Doppler.

5.0—O GEOCEIVER (Geodetic-Receiver)

O Geoceiver — Magnavox, modelo 702-CA, utilizado na Amazônia, no Projeto Radam, é uma estação portátil rastreadora de satélites altamente precisa. É capaz de rastrear os sinais de 150/400 MHz de freqüência, transmitidos pelos satélites Transit da Marinha Americana ou de 162/324 MHz de freqüência dos satélites geodésicos GEOS e SECOR.

A Cia. Magnavox colocou o Geoceiver no mercado em 1970 e, no ano seguinte, os Serviços Aeroogramétricos Cruzeiro do Sul SA faziam uso deste equipamento para a determinação do apoio geodésico no Projeto Radam.

O equipamento comprehende a antena e preamplificadores, o receptor, o gravador de fita e um cronômetro eletrônico para

registro do intervalo de tempo da passagem do satélite.

A precisão na determinação é função do número de passagens observadas do satélite rastreado, do conhecimento exato de sua órbita e das correções das refrações ionosférica e troposférica.

Em uma simples passagem, um satélite Transit mantém-se acima do horizonte no máximo 18 minutos, e como emite sinais de 2 em 2 minutos (4.0), poderão ser feitas até 9 observações numa passagem.

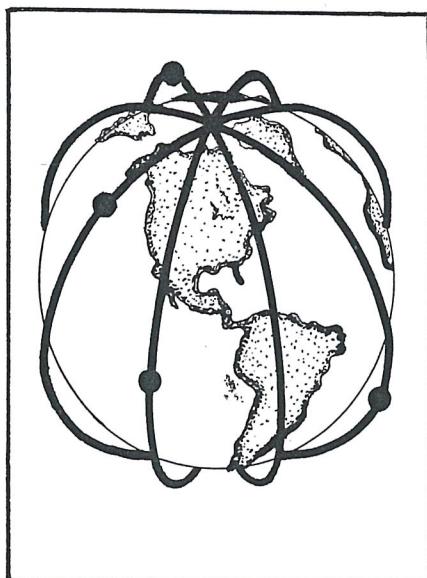
As órbitas são constantemente atualizadas pelas estações de rastreamento da Marinha Americana (1.0) e os dados atualizados são transmitidos aos satélites, que os memoriza e retransmite com os sinais de posicionamento.

O equipamento está capacitado a receber os sinais e a perfurar as fitas de dados, posteriormente calculadas no computador.

Cada dia ocorrem 15 passagens e os melhores resultados são obtidos no espaço em que o satélite acha-se entre 15° e 70°, acima do horizonte (Eng. Genaro Araújo da Rocha — A Cartografia Brasileira e a Geodésia por Satélites — Revista Brasileira de Cartografia, n.º 5, ano 1971).

Na publicação "Controle Geodésico através de Observações Doppler de Satélites", E. J. Krakiwsky, do Departamento de Engenharia de Levantamentos da Universidade de New Brunswick — Canadá (Tradução do Ten-Cel. Av. Wilson Krukowski — VI Congresso Brasileiro de Cartografia), conclui que, em uma estação isolada, as coordenadas ajustadas de observações Transit têm a precisão de 5 metros (65 passagens de satélite, 4 a 5 dias, e possibilidade de 605 equações de observação para o ajustamento).

No caso de várias passagens acompanhadas simultaneamente por diversas estações terrestres, a precisão das coordenadas é de 1 metro ou menos



(idem). A observação simultânea de satélite geodésico Secor foi introduzida nos EUA em 1964 (Introduction to Geodesy — Clair e Ewing e Michael M. Mitchell — Ed. Elsevier, N. York, 1970).

Até o momento já foram realizadas pelos S.A. Cruzeiro do Sul, 60 determinações isoladas de coordenadas na região amazônica e nordestina com a precisão em torno de 10 metros, compatível com a escala — 1:100.000 ou menor de mapeamento do Projeto Radam (15 ou 20 passagens, 2 dias, e possibilidade de 135 a 180 equações de observação para o ajustamento) — Aplicação do Geoceiver no Estabelecimento de Apoio para Levantamento na Região Amazônica — Revista Brasileira de Cartografia, n.º 9, ano 1973).

O Geoceiver 702-CA foi utilizado também pela DHN na determinação de pontos de apoio da Carta — 100 do litoral norte (20 passagens de satélite com mais de 5 sinais cada).

Com a finalidade de avaliar a precisão, a DHN comparou a distância entre as estações Calçoene e Cocal, oriunda das coordenadas Geoceiver (11138,151 m), com a mesma distância medida com o telurômetro MRA-III (11120,980 m).

A discrepância foi de 17,171 m, compatível com a Carta — 100 (O Emprego do Geoceiver

no Estabelecimento do Apoio para a Carta-100 Comunicação da DHN à 2.ª CONFEGE — Revista Brasileira de Cartografia, n.º 10, ano 4, maio/julho 1973).

6.0 — MODELOS EXPERIMENTAIS DOS: SATÉLITES TRANSIT

O primeiro satélite artificial da terra foi o SPUTNIK, colocado em órbita pelos russos, no dia 4 de outubro de 1957.

Neste ensejo, dois cientistas — Dr. WILLIAM H. GUIER e Dr. GEORGE C. WEIFFENBACH —, do Applied Physics Laboratory (APL) da Universidade John Hopkins (USA), notaram que a variação de freqüência pelo efeito Doppler do satélite, podia ser plotada como uma curva de freqüência contra o tempo, através da qual se poderia conhecer a órbita do satélite. Concluíram ainda que a observação de uma simples passagem do satélite podia fornecer a posição do observador.

Os estudos experimentais de navegação por satélites da Marinha Americana, foram marcados pelos lançamentos do Transit 1A em 1959; Transit 2A e 3A, em 1960; Transit 3B — órbita elíptica —, 21 de fevereiro de 1961; Transit 4A, 29 de junho de 1961; Transit 4B — antena direcional e controle mecânico —, 15 de novembro de 1961.

Em 1961, foi feita com pleno êxito, a travessia do Polo Norte pelo submarino POLARIS (Marinha Americana) pelo sistema navegação Transit-satélite.

A primeira operação completa foi realizada em dezembro de 1963, e nos anos de 1965 e 1966 foram lançados quatro satélites Transit.

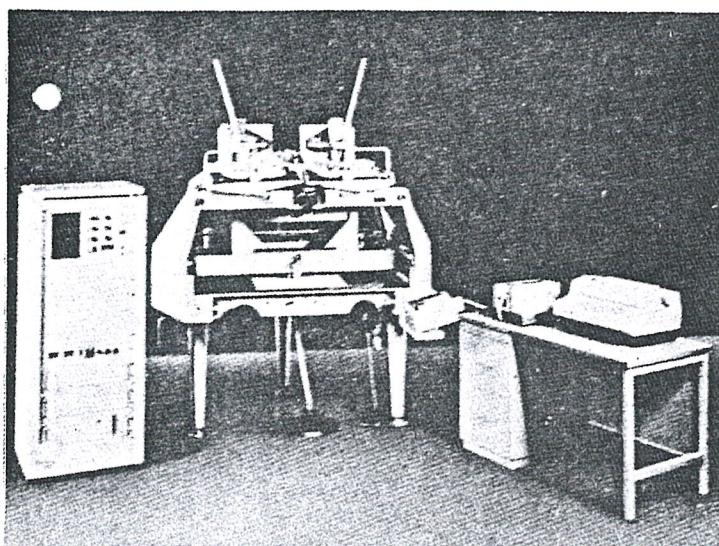
Em 1967, o Governo dos Estados Unidos liberou, para uso não militar, o sistema de navegação por satélites da Marinha.

No quadro (2.0), encontram-se as características e as datas de lançamentos dos satélites Transit, a partir de 1967, e no mapa (1.0) a localização das 13 estações de rastreamento da Marinha Americana.

CARL ZEISS

DEPARTAMENTO DE FOTOGRAFETRIA
7082 Oberkochen, República Federal Alemã
Apresenta o mais completo restituidor

PLANIMAT



DEPARTAMENTO DE FOTOGRAFETRIA
7082 Oberkochen, República Federal Alemã
Apresenta o mais completo restituidor

PLANIMAT

PLANIMAT D 2 com registrador ECOMAT-11
ESPECIALMENTE INDICADO PARA:

- triangulação por pares independentes, em combinação com o registrador eletrônico ECOMAT-11 para cartões ou fita perfurada;
- mapeamentos em grandes escalas com alta precisão, tais como para: cadastro, saneamento etc.;
- ortofotocartas em combinação com o ORTO-PROJETOR GZ 1;
- determinação e traçado de perfis para estradas, com auxílio dos suplementos PERFILÔMETRO PR e REGISTRADOR - INCREMENTAL;
- restituição numérica automática, por meio do Coordenatógrafo automático COORDIMATO.
- Características técnicas:*
- Utiliza fotografias obtidas com câmaras de distâncias focais de 85 a 310 mm (supergrande-angular, grande-angular e normal), no formato original de 23 x 23 cm.
- restituição com mesa de desenho com 1,20 x 1,20 m, com relações de aumento da fotografia para a carta de 0,7 a 15 vezes;
- suplemento para corrigir a curvatura de terra, diretamente no instrumento.

Representantes exclusivos para todo o Brasil, com oficina especializada para manutenção e reparos:

CARL ZEISS CIA.

ÓTICA E MECÂNICA

Rua Teodoro Sampaio, 417 - 5º - Tel. 80-9128, SP
Filial Rio: Rua da Lapa, 180 - 11º - GB
Tels. 224-0428 e 224-6134

7.0 — SATÉLITES PARA INVESTIGAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DA TERRA

Os satélites ERTS (Earth Resources Technology Satellites) — órbita circular — destinam-se à descoberta e ao levantamento dos recursos naturais da Terra: depósitos minerais, prospecção do petróleo, salinidade e umidade do solo, vegetação, fontes de água, etc.

O ERTS — A, posto em órbita a 23 de junho de 1972, pela NASA — (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço — EUA), transmite imagens multi-espectrais no visível e no infravermelho próximo, obtidas pelos sensores MSS e RBV. Cada imagem cobrirá área de 180 km x 180 km (32400 km²) e uma mesma área será sensoriada 20 vezes por ano. Está previsto para quatro anos.

Tais imagens podem ser recebidas pela estação brasileira receptora de Cuiabá (recentemente instalada) e futuramente serão fornecidas aos usuários pela estação processadora de dados de Cachoeira Paulista (em montagem).

Em cada dezoito dias, o satélite cobre com imagens todo o território brasileiro (1 ciclo). Prevêem-se 126 dias (7 ciclos) para obtenção de imagens limpas (sem nuvens).

Mediante a inserção de pontos de coordenadas conhecidas, estas imagens podem ser empregadas em trabalhos cartográficos nas escalas 1/250 000 a 1/100 000.

O órgão brasileiro que se incumbe destes estudos e do atendimento aos usuários é o INPE — Instituto de Pesquisas Espaciais (S. José dos Campos, São Paulo).

Em 1976, deverá ser lançado o satélite ERTS-B, o qual contará com mais um sensor, o imagerador termal (infravermelho).

Através de imagens, obtidas pelos satélites ERTS, é possível descobrir a concentração de

matérias orgânicas e de platon sobre o mar, o que permitirá aumento de 30% do volume da pesca.

8.0 — LABORATÓRIO ESPACIAL SKYLAB

O laboratório espacial SKYLAB — Laboratório Celeste — foi colocado em órbita pela NASA, a 25 de maio último. Representa um grande avanço na conquista da estabilidade no espaço.

O SKYLAB pesa 90 toneladas, tem 322 metros cúbicos de espaço habitável e está projetado para três etapas, em cada uma das quais se efetuará o lançamento de uma tripulação de três astronautas; sistema imageador multiespectral (seis câmaras de 70 mm); espectrômetro infravermelho; escrutador multiespectral em 13 faixas, e outros paralelos científicos para estudo dos recursos naturais da Terra, de Astronomia Solar e Astrofísica, das funções fisiológicas do homem no espaço e outras investigações científicas.

A terceira tripulação deverá bater o recorde de permanência no espaço: 85 dias. Ela deverá

estudar o cometa Kohoutek, visível nos meses de dezembro /73 e janeiro /74.

No dia 15 de janeiro, o Kohoutek atingirá a maior proximidade da Terra — 75 milhões de milhas — e será fotografado pelos astronautas de câmaras situadas fora da nave. Também será fotografado pela sonda espacial Mariner-10 e a NASA ainda enviará o satélite OSA-7 para observação do cometa.

Nenhum outro cometa foi tão bem observado como será o Kohoutek.

As investigações do SKYLAB têm caráter multinacional de cooperação científica. As duas primeiras tripulações enviaram mais de 100 mil fotografias e a terceira mandará o dobro. Os dados serão analisados por 600 investigadores de 21 países, inclusive o Brasil.

9.0 — SATÉLITES NORTE AMERICANOS DE RECONHECIMENTO MILITAR

Não obstante não haver os Estados Unidos publicado uma só fotografia tomada por seus

satélites de reconhecimento militar, do tipo rádio-transmissão, pode-se imaginar o valor das informações do terreno obtidas por estes satélites.

— A Revista "Imagen" — boletim técnico-científico da Direção Geral de Aerofotografia do Peru — Ano 1, agosto de 1973, n.º 1 —, traz uma descrição sumária destes satélites, lançados da Base Aérea Vanderberg Califórnia.

— Satélite de Alarma Antecipado: patrulha o espaço para observações de submarinos e bases de foguetes balísticos;

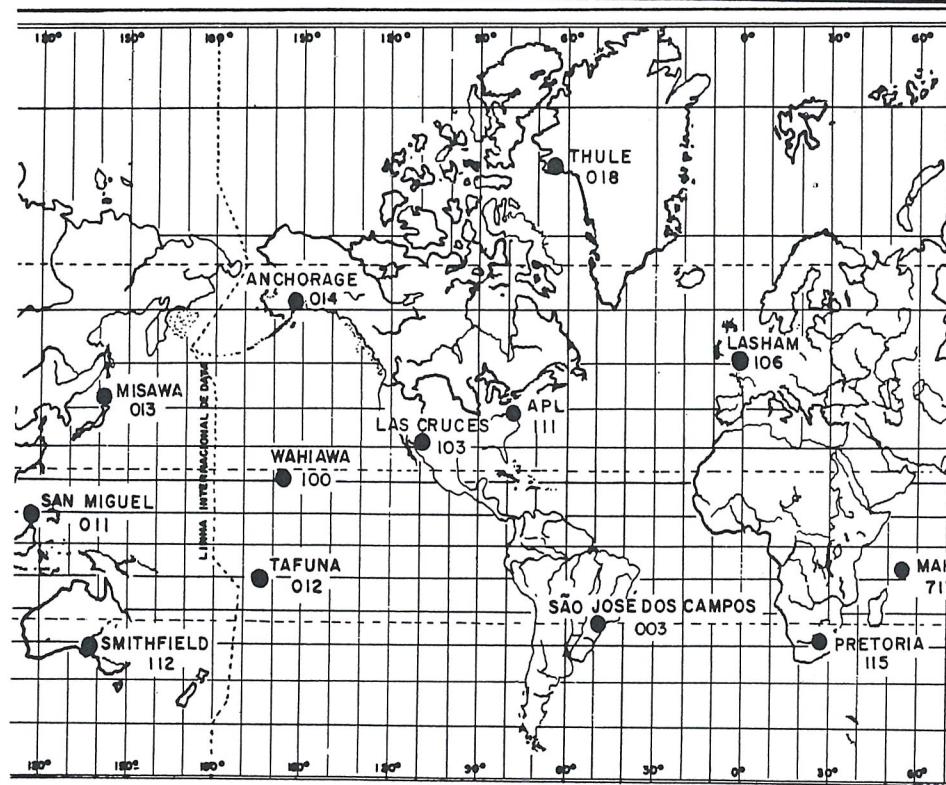
— Satélite de Radar de Visada Lateral: pode fotografar o terreno através de espessas nuvens;

— Satélite Ferret escuta das conversações telefônicas e rádio-comunicações;

— Satélite Vela: captura da radiação emitida durante as provas de bombas nucleares.

10.0 — SATÉLITES METEOROLÓGICOS

Os satélites meteorológicos destinam-se à previsão do tempo e ao estudo da pesca.



Tais satélites são dotados de sensores capazes de fotografar de dia e de noite as camadas de nuvens da Terra e de determinar a temperatura e o grau de umidade do ar.

Os satélites meteorológicos da série NOAA — Nimbus — são colocados em órbita terrestre pelo Serviço de Satélites da Administração Nacional de Estudos Oceânicos e Atmosféricos da América do Norte, base de Vanderberg, Califórnia.

A 7 do corrente foi lançado o Nimbus — IV, cuja órbita polar lhe permitirá cobrir todos os pontos da Terra duas vezes por dia e transmitir informações a uma rede de estações receptoras de oitenta países.

No Brasil, as informações meteorológicas, obtidas através dos satélites, são divulgadas pelo Serviço Nacional de Meteorologia e o levantamento das cartas de pesca vem sendo executado pelo Grupo de Recursos do Mar do INPE, com a cooperação da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) e do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo (IO — USP).

A principal área de testes localizada nas proximidades de Cabo Frio (60 x 30 milhas náuticas), onde a água do mar é muito clara e mais sensível o fenômeno de ressurgência no litoral brasileiro.

Os estudos realizados possivelmente poderão ser extrapolados para a Costa Sul do Brasil.

A mesma sistemática poderá ser aplicada no conhecimento do fundo do mar para o levantamento pela DHN das cartas batimétricas de regiões perigosas à navegação.

Estes estudos são também apoiados em dados colhidos pe-

lo satélite ERTS-A e pelo SKYLAB.

11.9 — SATÉLITE DE COMUNICAÇÃO

O primeiro satélite de comunicação foi o "SCORE", utilizado para enviar uma mensagem de Natal, gravada pelo Presidente Eisenhower, em dezembro de 1958.

Em agosto de 1960, foi testado o "ECO — 1" e, ainda no mesmo ano, o "COURIER", que provou a possibilidade de comunicação através de um satélite de repetição.

As oito horas da noite de quarta feira, 11 de julho de 1962, o povo americano pôde assistir, pela primeira vez na história, a transmissão da Europa, de um programa de televisão, ao vivo, via satélite.

Nesse ano os Estados Unidos desenvolveram o "TELSTAR I" e o "RELAY 1", surgindo em 1963, o "SINCOM 2", pioneiro mundial dos satélites em órbita síncrona.

O "SINCROM-3", posto em órbita em agosto de 1964, permitiu a transmissão do primeiro programa de tevê de um lado a outro do Pacífico (Olimpíadas de Tóquio).

Este acontecimento marcou o aperfeiçoamento do EARLY BIRD (Pássaro Madrugador) ou INTELSAT-I.

A série INTELSAT II — Telecomunicações Internacionais via Satélite, data de 1967.

No dia 20 de julho de 1969, setecentos milhões de pessoas poderam seguir da Terra, "ao vivo, via satélite", a descida de dois homens pela primeira vez na Lua: Neil Armstrong e Edwin Aldrin.

As imagens de Tv chegaram aos receptores domésticos com diferença de apenas um segundo e 25 décimos, tempo de percurso da luz à Terra.

Um satélite síncrono é metido em órbita a 22300 milhas de altitude e viaja a 7000 milhas por hora, enquanto a Terra gira aproximadamente a 1000 milhas.

De tal sorte, o satélite faz a volta completa ao mundo no mesmo tempo de rotação da Terra (24 horas) e dá a impressão de que está parado no céu de todo um hemisfério. Três deles, distribuídos sobre o Equador terrestre, a distâncias iguais fazem a cobertura total do globo e asseguram as comunicações contínuas entre os continentes.

A entidade internacional de comunicação via satélite é a *União Internacional de Telecomunicações*, à qual estão filiados 182 países, inclusive o Brasil (sistema INTELSAT).

A EMBRATEL — Empresa Brasileira de Telecomunicações — cobre o território nacional com uma rede de 16 estações: 12 localizadas no litoral, duas na Amazônia (Manaus e Santarém), uma em Porto Alegre e outra na cidade de Rio Grande (RS); 12 mil canais de voz e dois de televisão.

A coordenação da rede é feita pela Estação Terrena de Comunicações por Satélite, em Tanguá, Município de Itaboraí (Estado do Rio), a 47 km de Niterói.

A estação receptora e emissora de Tanguá foi instalada a 28 de fevereiro de 1969, com a presença do Presidente Costa e Silva; sua monumental antena parabólica de 32 metros de diâmetro e 38 de altura (60 toneladas), pode variar de posição em todos os sentidos e acompanhar o movimento de qualquer satélite no espaço (o mesmo satélite altera sua posição em apenas centésimos de grau).

Está previsto para 1974, a montagem, também em Tanguá, de outra estação terrena, a qual ampliará a capacidade da EMBRATEL para 25 mil canais de voz e quatro de televisão.

Cada estação ocupará um satélite do grupo INTELSAT — IV, e uma segunda antena parabólica, idêntica à primeira, possibilitará a transferência das comunicações de uma para outra estação, na eventualidade de

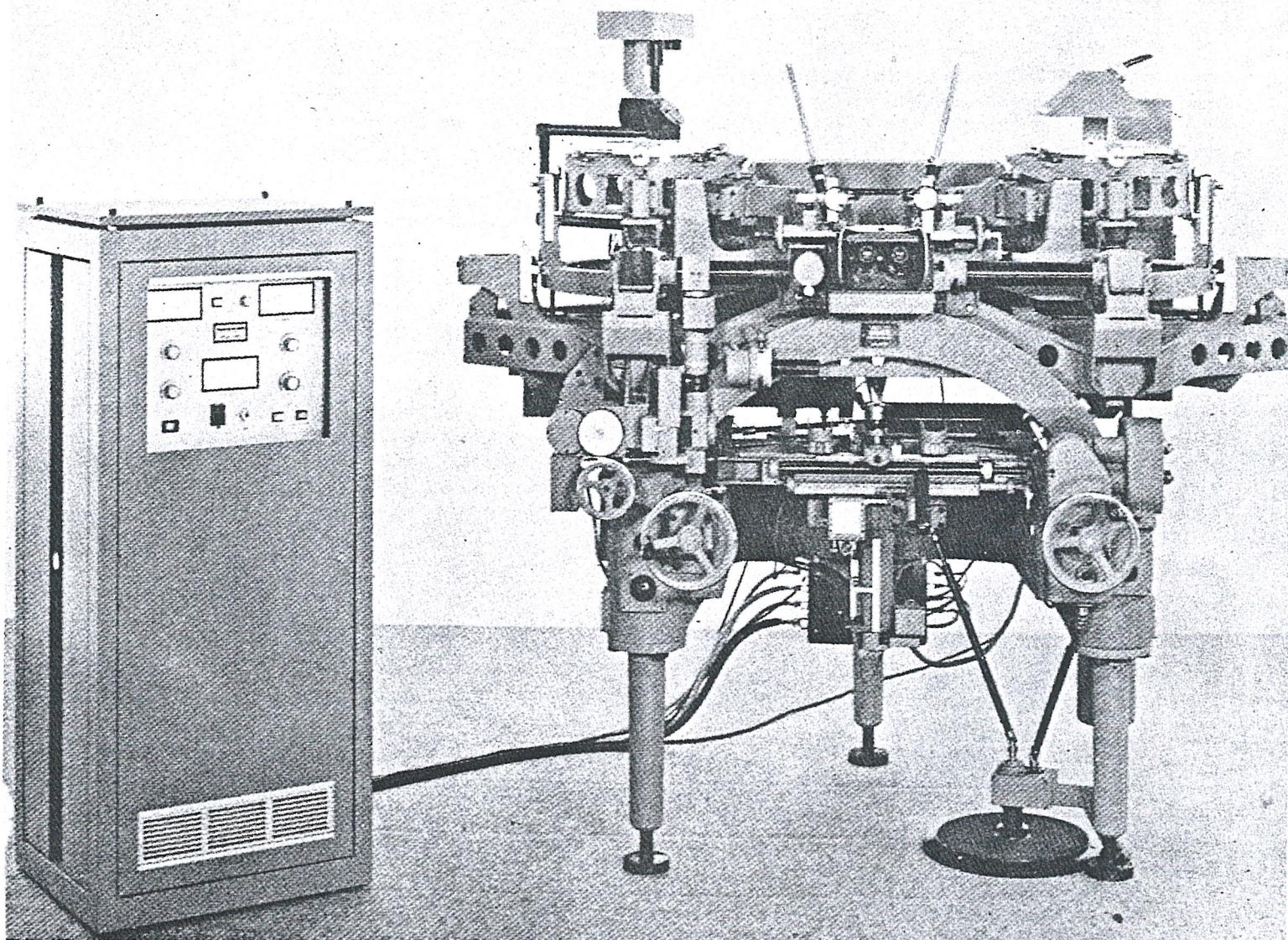
polyflex

MATERIAIS CARTOGRÁFICOS

WILD
HEERBRUGG

APRESENTA SUA ÚLTIMA NOVIDADE:

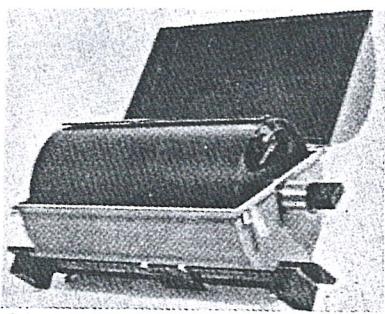
Dispositivo Ortofotográfico WILD PPO-8
para o autógrafo WILD A-8



E o que é importante:
Garantia do Serviço WILD no país

CASA WILD S. A.

INSTRUMENTAL ÓTICO E TÉCNICO-CIENTÍFICO
AV. BEIRA MAR, 200 - 9º AND.
CAIXA POSTAL 3086 - ZC - 00
RIO DE JANEIRO
EST. GUANABARA — BRASIL



Tambor do filme para
uso à luz do dia

interrupção dos sinais de um satélite.

Na região em que a EMBRA-TEL opera — Oceano Atlântico — acham-se situados três satélites da família Intelsat. Os outros dois foram localizados sobre o Pacífico e o Índico.

Em 1974, como os atuais estão na fase de desgaste, será lançado a série INTELSAT — IV-A, cada satélite com 12 mil canais de voz e doze de televisão (o dobro dos atuais).

12.0—SONDAS AUTOMÁTICAS ESPACIAIS NÃO TRIPULADAS

As sondas automáticas espaciais não tripuladas são usadas para o levantamento da superfície e da natureza da Lua e dos planetas do Sistema Solar.

As sondas RANGER, SURVEYOR e ORBITER tomaram milhares de fotografias do solo lunar, antes da primeira viagem do homem à Lua (Apolo-11, a 20 de julho de 1969).

As sondas MARINER exploraram Marte, Vênus e Mercúrio.

A MARINER-10, arremessada pela NASA a 3 de novembro último, em direção a Vênus e Mercúrio, estudará a radiação, composição da atmosfera, temperatura e campos magnéticos desses planetas.

As suas duas câmaras de televisão tiraram mais de oito mil fotografias dos dois planetas e, acopladas a telescópios, permitiram aos geólogos observar aspectos de Mercúrio numa área de cem metros quadrados.

A sonda automática PIONEER-10, enviada pela NASA rumo a Júpiter, a 3 de março de 1972, demorou 21 meses para chegar ao maior planeta do Sistema Solar (11300 vezes maior do que a Terra).

Viajando mais longe que qualquer outro engenho espacial: 992 milhões de quilômetros, e também mais rápido — 39 quilômetros por segundo — esta pequena nave (260 quilos) atingiu o ponto mais próximo de Júpiter, às 2 horas e 25 minu-

tos, de 4 de dezembro (130 mil quilômetros).

A PIONEER-10, atraída pela gravidade de Júpiter, ao cruzar o ponto mais próximo do planeta, foi de novo atirada no espaço com energia renovada para chegar a Saturno, Netuno, Urânia, Plutão e sair dos limites do Sistema Solar (será o primeiro engenho terrestre a deixar o nosso sistema). Leva uma mensagem aos possíveis habitantes de outros mundos: o desenho num placar de um homem e uma mulher com a mão direita levantados em sinal de paz.

Os instrumentos da PIONEER-10 continuarão a funcionar durante cinco anos, mas ela alcançará Plutão já sem capacidade de enviar sinais à Terra.

O êxito da PIONEER-10 demonstrou a viabilidade das futuras viagens interplanetárias.

As fotografias de Júpiter e de seus cinco satélites interiores enviadas à Terra pela cápsula, permitirão o estudo de sua atmosfera, campo magnético e radiações.

Outra nave, a PIONEER-11, está programada para sobrevolar Júpiter dentro de um ano.

Refiro-me apenas aos engenhos norteamericanos, cujas informações são amplamente divulgadas, mas os cientistas da União Soviética têm também mandado ao Cosmos muitos satélites artificiais e sondas espaciais, igualmente com finalidade científica de exploração do espaço.

A 1 de novembro findo, a Agência Tass (Moscou) anunciou a colocação em órbita terrestre do satélite artificial COSMOS-605, transportando animais e vegetais com a missão de testar a sobrevivência no espaço.

Dois satélites soviéticos descerão em Marte no início do próximo ano com a ajuda de mapas do planeta fornecidos pelos EUA através de um acordo pelo qual os russos partilharão, em troca, suas descobri-

tas com os norte-americanos.

A 19 de dezembro, será mandado em órbita pelos russos o novo modelo SOYOR-13, tripulado por dois astronautas ao qual se acoplará uma Apolo, em missão conjunta dos Estados Unidos e URSS.

Outro tipo de satélite soviético é o OREOL-2, em colaboração com a França, cuja missão é explorar a alta atmosfera e as auroras boreais (lançamento anunciado pela Tass, em 28-12-73).

BIBLIOGRAFIA

- **Transit, the Navy Navigation Satellite System** — Journal of the Institute of Navigation — Vol. 18, n.º 1 — Spring 1971, Printed in USA — THOMAS A. STANSELL JR.
- **Controle Geodésico através de Observações — DOPPLER DE SATÉLITES** — Tradução do Ten. Cel. Wilson Kruckoski — VI Congresso Brasileiro de Cartografia — E. J. KRAKOWSKY.
- **Novo Processo no Estabelecimento do Apoio Fundamental** — Revista Brasileira de Cartografia — n.º 1, nov. 1970 — Eng. DORIVAL FERRARI.
- **A Cartografia Brasileira e a Geodésia por Satélites** — Revista Brasileira de Cartografia — n.º 5, dez. 1971 — Eng. GENARO ARAUJO DA ROCHA.
- **Aplicação do Geoceiver no Estabelecimento de Apoio para Levantamento na Região Amazônica** — Revista Brasileira de Cartografia — n.º 9, jan-abril 1973 — Eng. GENARO ARAUJO DA ROCHA.
- **The Geoceiver and Doppler Point Positioning** — VI Brazilian Congress on Cartography — (CHARLES R. SCHWARZ, Defense Mapping Agency Topographic Carter Washington.