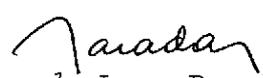


1. Publicação nº <i>INPE-2246-PRE/030</i>	2. Versão	3. Data <i>Outubro, 1981</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DME</i>	Programa <i>PCD</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>TELEMETRIA INSTRUMENTAÇÃO HIDROLOGIA</i>			
7. C.D.U.: <i>551.508.824:551.579</i>			
8. Título <i>PLATAFORMAS DE COLETA DE DADOS: APLICAÇÃO À HIDROLOGIA</i>		10. Páginas: <i>13</i>	
		11. Última página: <i>11</i>	
9. Autoria <i>José Roberto de Oliveira</i>		12. Revisada por  <i>Luiz Carlos B. Molion</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada Diretor</i>	
14. Resumo/Notas <p><i>Plataforma de Coleta de Dados é uma estação telemétrica para aquisição de parâmetros ambientais, a qual utiliza satélites artificiais como elo de ligação com os centros de recepção. A grande vantagem do satélite é a possibilidade de receber sinais de locais remotos, de difícil acesso, onde normalmente não existem os meios convencionais de telecomunicações. O campo que mais tem utilizado desta técnica é o de recursos hídricos, onde ela é aplicada tanto para obtenção de dados em tempo real, visando uma tomada de decisão, quanto para a formação de arquivos. Neste trabalho serão descritos os principais sistemas de coleta de dados por satélites, atualmente disponíveis, suas vantagens e desvantagens, relativas à aplicação em hidrologia, e os esforços que atualmente estão sendo desenvolvidos no sentido de facilitar o uso desta técnica no Brasil.</i></p>			
15. Observações <p><i>A ser apresentado no IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, que realizar-se-á de 15 a 19 de novembro de 1981.</i></p>			

PLATAFORMAS DE COLETA DE DADOS: APLICAÇÃO À HIDROLOGIA

por

José Roberto de Oliveira

Abstract-- Data Collection Platform is a telemetria station for acquisition of environmental parameters, which uses artificial satellites to relay the data to a receiving center. The main advantage of a satellite as a data relay is the possibility to receive signal from remote regions, which are of difficult access and where the conventional means of telecommunications normally do not exist. Water resources is one of the fields which has mostly benefited from this technique where it is applied to obtain real time data for decision making purposes and for composing historical records. This paper describes the main systems available for data collection through satellite, their advantages and limitations related to hydrologic applications. The efforts being developed in Brasil in this area are also presented.

PLATAFORMA DE COLETA DE DADOS: APLICAÇÃO À HIDROLOGIA¹

por

José Roberto de Oliveira¹

RESUMO - Plataforma de Coleta de Dados é uma estação telemétrica para aquisição de parâmetros ambientais, a qual utiliza satélites artificiais como elo de ligação com os centros de recepção. A grande vantagem do satélite é a possibilidade de receber sinais de locais remotos, de difícil acesso, onde normalmente não existem os meios convencionais de telecomunicações. O campo que mais tem utilizado desta técnica é o de recursos hídricos, onde ela é aplicada tanto para obtenção de dados em tempo real, visando uma tomada de decisão, quanto para a formação de arquivos. Neste trabalho serão descritos os principais sistemas de coleta de dados por satélites, atualmente disponíveis, suas vantagens e desvantagens, relativas à aplicação em hidrologia, e os esforços que atualmente estão sendo desenvolvidos no sentido de facilitar o uso desta técnica no Brasil.

INTRODUÇÃO

Um Sistema de Coleta de Dados por Satélite é constituído basicamente de três elementos: um rádio transmissor denominado Plataforma de Coleta de Dados (PCD); um sistema a bordo de um satélite; e uma Estação Receptora, onde os dados transmitidos pelas PCDs e retransmitidos pelo satélite são processados e enviados aos usuários. A grande vantagem da utilização do satélite é a possibilidade de receber sinais de locais remotos, de difícil acesso, onde normalmente não existem os meios convencionais de telecomunicação. Além disso, ele permite acessar, rapidamente, áreas extensas, inclusive sobre os oceanos, a custos relativamente baixos e não relacionados com a distância a ser coberta.

Atualmente, existem dois sistemas de coleta de dados em operação com os satélites meteorológicos: o Sistema ARGOS, a bordo dos satélites de órbita baixa (800 km) da série TIROS-N/NOAA, e o Sistema GOES, a bordo dos satélites geostacionários (36.000 km) da série SMS/GOES.

PLATAFORMA DE COLETA DE DADOS

A PCD é um equipamento relativamente simples que ocupa um volume normalmente menor que 30 dm³, pesa menos que 10 kg e custa atualmente, no mercado internacional, aproximadamente US\$ 5 000 dólares. A ela estão ligados os seguintes elementos: sensores de parâmetros ambientais; uma antena, cujas características são determinadas pelo tipo de satélite; e uma fonte de suprimento de energia, normalmente constituída por uma bateria de 12 Volts, associada com um painel solar. A Figura I mostra o diagrama de blocos de uma PCD e seus elementos periféricos.

¹ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE

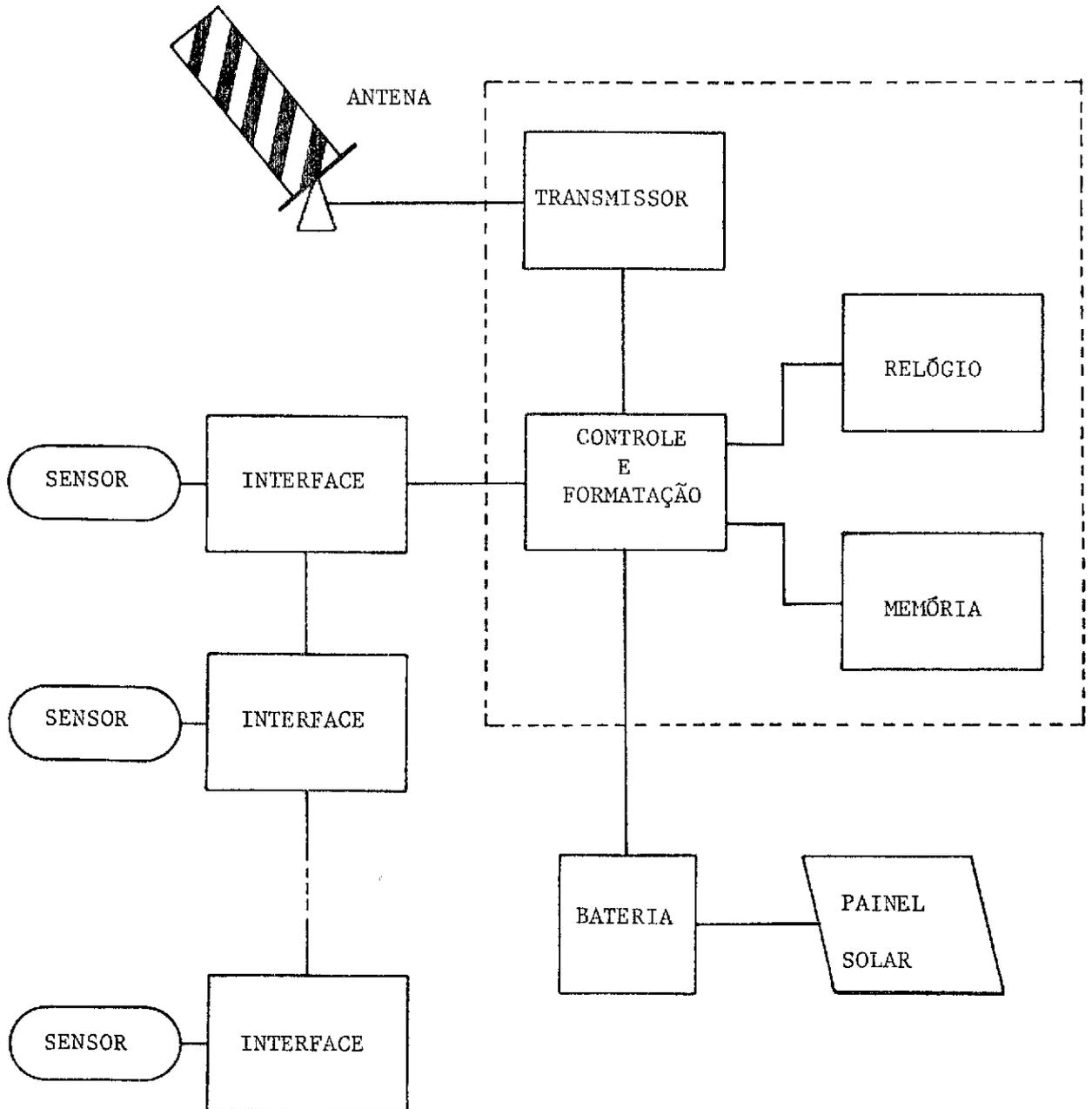


Fig. 1 - Diagrama de uma Plataforma de Coleta de Dados e seus elementos periféricos.

A tecnologia eletrônica moderna se faz presente com os circuitos integrados da família CMOS, de baixíssimo consumo, e, em alguns casos, com os microprocessadores.

Um equipamento importante para a operação de uma rede de PCDs é a Unidade de Teste de Campo. A sua principal função é possibilitar uma rápida avaliação, no campo, das principais características da PCD e de seus sensores. Em alguns casos, ela serve ainda para carregar os parâmetros de operação da PCD e fornecer-lhe o comando de partida.

Uma PCD tipo ARGOS pode transmitir mensagens de até 256 bits em intervalos de 40 a 200 segundos. O acesso ao satélite se processa de modo aleatório, significando com isto que algumas mensagens são perdidas.

Uma PCD tipo GOES pode operar em três modos: temporizado, interrogado e de alarme. No caso temporizado, as transmissões são feitas a cada 3 horas, com mensagens que podem chegar a 3 000 bits.

SISTEMAS A BORDO DE SATÉLITES

As principais características de um sistema de coleta de dados por satélite são estabelecidas pela órbita do satélite em questão. Se o satélite é geostacionário (a 36 000 km de altura sobre o equador) é possível manter uma comunicação contínua entre os diversos pontos da Terra que estão sob seu campo de visada.

Os satélites de órbita quase-polar, a 850 km de altura, completam uma volta em torno da Terra a cada 110 minutos aproximadamente. Neste caso, a comunicação PCD - Estação Receptora só ocorre nos instantes em que ambas estão sob visibilidade do satélite. Há, ainda, a possibilidade do satélite fazer a gravação a bordo e transmiti-la quando passa sobre uma Estação Receptora.

Sistema PCD-GOES

O sistema PCD-GOES utiliza os satélites GOES (Geostationary Operational Satellite), operados e controlados pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dos EEUU. Este sistema possui dois satélites em funcionamento simultâneo, um a 75°W e outro a 135°W. Um terceiro satélite, de reserva, fica posicionado a 107°W.

Sinais recebidos das PCDs, nas frequências de 401,7 MHz a 402,1 MHz, são retransmitidos na banda de 1694 MHz. As plataformas podem ser interrogáveis, temporizadas, e de alarme.

Cada satélite comporta mais de 35 000 PCDs, transmitindo mensagens com 30 segundos de duração a cada três horas.

As características principais do Sistema GOES estão resumidas na Tabela 1.

Sistema de PCD-ARGOS

O sistema ARGOS de coleta de dados permite localizar plataformas fixas ou móveis, bem como medir a velocidade destas últimas. Este sistema foi desenvolvido pelo Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) da França, em cooperação com a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e com a Nation

al Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), dos EEUU.

Este sistema está a bordo dos satélites TIROS-N. O primeiro foi lançado em Outubro de 1978, e os sete subsequentes, denominados NOAA-A até NOAA-G, se rão lançados até 1985. Estes lançamentos serão feitos de modo a manter sempre dois satélites em funcionamento, com passagens sobre o mesmo ponto geográfico defasadas de 6 horas uma da outra.

As plataformas podem coletar dados de até 32 sensores, e as transmissões para os satélites são realizadas a intervalos de tempo regulares (40 a 60 segundos para as plataformas localizáveis e de 60 a 200 segundos no caso de plataformas fixas). Todas as plataformas transmitem continuamente na mesma frequência de 401,650 MHz, independentemente umas das outras, esteja o satélite passando sobre elas ou não.

A localização de uma plataforma se dá através da medida do efeito Doppler sobre sua frequência de emissão, e o conjunto dessas medidas, durante passagens sucessivas do satélite, permite o cálculo da sua velocidade média. Balões e bóias à deriva, por exemplo, podem ser localizados com precisão respectivamente de 5 km e 3 km, e suas velocidades determinadas com precisão de 1,5 m/s e 0,5 m/s, respectivamente.

A capacidade total do sistema é de 16 000 plataformas fixas ou de 4 000 plataformas localizáveis.

As características principais do Sistema ARGOS estão na Tabela 2.

Estação Receptora

Normalmente, é função do operador do satélite receber e decodificar os dados das PCDs, enviando-as, em seguida, para os usuários. Os dados do sistema GOES estão disponíveis no NESS, em Suitland, Md. EEUU. Os dados do sistema ARGOS (TIROS-N) estão disponíveis no CNES, em Toulouse, França.

Por outro lado, cada usuário pode possuir sua própria estação receptora. O sistema GOES requer uma antena parabólica com diâmetros superior a 6 metros. O receptor opera em 1694,45 MHz e na sua saída podem ser conectados diversos demoduladores - um para cada canal. A capacidade por canal é de 177 PCDs.

Os dados das PCDs ARGOS podem ser recebidos tanto em VHF (136,77 MHz) a uma taxa 8 320 bits, quanto na banda S (1698 MHz) a uma taxa de 665,400 k bits/s, juntamente com o sinal das imagens do AVHRR (Advanced Very Resolution Radiometer).

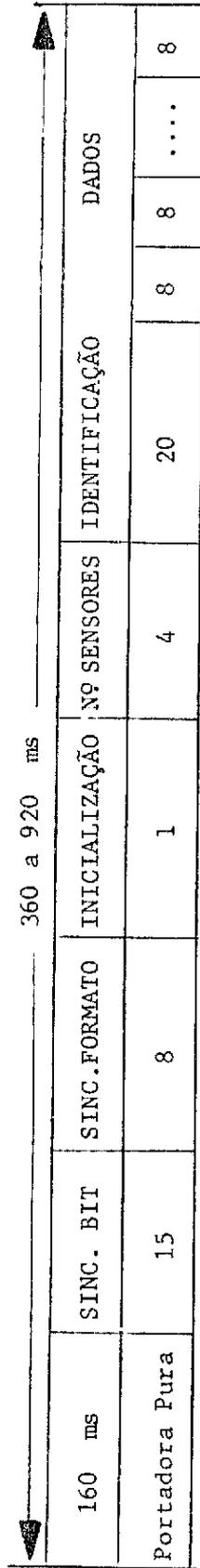
Estas estações são equipadas com minicomputadores que, além de decodificar os dados, podem, ainda, fazer uma análise de consistência ou mesmo algum cálculo estatístico.

APLICAÇÃO À HIDROLOGIA

A coleta de dados para fins hidrológicos é a que mais tem se beneficiado com o uso de PCDs. No Brasil, isto já começa a acontecer e prevê-se, para os próximos anos, um rápido crescimento do uso desta técnica. Dois terços de nosso território é praticamente inabitado, de difícil acesso e com um potencial de recursos hídricos ainda por explorar. A vantagem que o uso de satélite traz para a coleta de dados é que os custos não são proporcionais às distân

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PCD-ARGOS

- Permite coletar dados e localizar plataformas.
- Sistema de acesso aleatório.
- Pode coletar dados de até 32 sensores.
- Transmite em intervalos regulares que podem ser de 40 a 200 segundos.
- Probabilidade de recepção de uma mensagem é superior a 95%.
- Precisão de localização: 5 km para balões e 3 km para bóias.
- Precisão na velocidade de deslocamento: 1,5 m/s para balões e 0,5 m/s para bóias.
- Capacidade total do sistema : - 16 000 plataformas fixas
- 4 000 plataformas localizáveis
- Formato do sinal



- Portadora : 401,650 MHz
- Taxa de bit : 400 bits/s
- Modulação : PM com desvio de $\pm 1,1$ rad.
- Codificação : Manchester PCM/PM

cias a serem cobertas. Na maioria dos casos, o custo da PCD é desprezível perante o custo global da instalação de um determinado posto de coleta de dados.

Na Hidrologia, a coleta de dados visa dois aspectos diferentes:

- formar um histórico ou um banco de dados para uso futuro;
- fornecer informações em tempo real para a tomada de decisões.

Os dados históricos são usados, por exemplo, para a avaliação de potencial energético e projetos de reservatórios.

A coleta de dados para compor um banco não requer um sistema de telemetria por satélite; o seu uso porém, traz inúmeras vantagens, entre as quais podem ser citadas: a verificação diária das condições de funcionamento de cada posto, e a redução de visitas ao campo, restringindo-se apenas para reparos de instrumentos.

O uso de dados em tempo real é, no entanto, o aspecto em que as vantagens do sistema de coleta de dados por satélite se apresentam mais claramente. O principal interesse reside na possibilidade de, através de modelos numéricos de uma bacia hidrográfica e a partir de dados de nível dos rios e de precipitação, prever a vazão ou o nível do rio a jusante. A rapidez de acesso aos dados é crucial para permitir a tomada de decisões em casos extremos de perigo devido à enchente ou para a programação ótima da operação de barragens, navegação etc.

As plataformas GOES são as mais indicadas para esta finalidade.

Bits por Parâmetro Medida

Um item importante a considerar em qualquer aplicação, é a precisão com que se deseja medir um determinado parâmetro. A seguir serão analisados os dois parâmetros de maior interesse para a Hidrologia: precipitação e nível d'água.

Precipitação - O sensor de precipitação mais fácil de ser adaptado às PCDs é o tipo *cuba basculante*. A cada 0,1 mm de precipitação o sensor fecha um contato. A precipitação total é obtida, contando-se o número de vezes que este contato é acionado. O número de bits do contador deste evento deve ser tal que a contagem não estoure sem que antes a estação receptora tenha recebido pelo menos uma informação. Considerando-se um caso extremo de precipitação igual a 600 mm em 24 horas tem-se:

$$\text{número de impulsos} = \frac{600}{0,1} = 6\ 000$$

com 12 bits pode se contar até $2^{12} = 4096$ impulsos. Com 13 bits contam-se 8192 impulsos. Portanto, neste tipo de pluviômetro, deve-se utilizar um contador com pelo menos 13 bits.

Nível d'água - O limnômetro mais comum, nesta aplicação, é do tipo flutuador em poço tranquilizador. O movimento vertical do flutuador é transmitido por um cabo de aço para um disco que o converte em um número binário associado à cota do flutuador. Portanto, para uma variação de 25 metros e uma resolução de 1 centímetro tem-se uma escala com:

$$\frac{25}{0,01} = 2\ 500 \text{ níveis}$$

para representar esta escala são necessários 12 bits ($2^{12} = 4\ 096$).

PROJETOS EM EXECUÇÃO

Atualmente, o INPE desenvolve protótipos das plataformas ARGOS e GOES.

O protótipo da ARGOS, concluído há algum tempo, ainda não pôde ser enviado para homologação, na França, por não atender completamente um dos itens de especificação.

A PCD-GOES está sendo desenvolvida em duas versões: uma convencional, com tecnologia CMOS e outra controlada por microprocessador.

O desenvolvimento destas PCDs é feito de forma integrada e completa. Inclui ainda os desenvolvimentos de um Coletor de Dados em Fita Cassete, de sensores especiais, de interfaces para os sensores disponíveis no mercado nacional e de Estações Receptoras para os dois tipos de satélites.

Este projeto está sendo parcialmente financiado pela FINEP.

Rede Piloto de PCD-ARGOS

Para testes de campo das PCDs-ARGOS deverá ser estabelecida uma rede piloto com dez plataformas. Elas serão instaladas em diversos pontos do País em convênio com os usuários em potencial. Procurar-se-á atingir os mais diversos tipos de aplicação, tais como: Meteorologia, Hidrologia, Agrometeorologia, Oceanografia etc.

Projeto PCD-Tocantins

O projeto PCD-Tocantins é o resultado de uma cooperação entre o INPE, a ELETRONORTE e a SUDAM, através do Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia (PHCA). O DNAEE e o INEMET também participam deste projeto. Ele prevê a instalação de uma rede de 10 PCDs, tipo GOES temporizada, na bacia dos rios Tocantins e Araguaia e uma Estação Receptora nos laboratórios do INPE em São José dos Campos, SP.

Serão medidas cinco parâmetros, como indicados abaixo:

Nível d'água

Precipitação

Pressão Barométrica

Umidade Reativa

Temperatura do Ar

As amostragens dos sensores serão em intervalos de meia hora com transmissões a cada 3 horas. Cada transmissão contém um total de 1252 bits.

Satélite Brasileiro

O primeiro satélite desenvolvido e construído no Brasil terá como missão retransmitir sinais emitidos por Plataformas de Coleta de Dados. A Figura 2 mostra o desenho em perspectiva do satélite brasileiro de coleta de dados. Ele terá uma massa da ordem de 100 kg e uma órbita de altura entre 700 e 800 km com inclinação em torno de 20° (em relação ao equador). Deverá ser lançado em 1986.

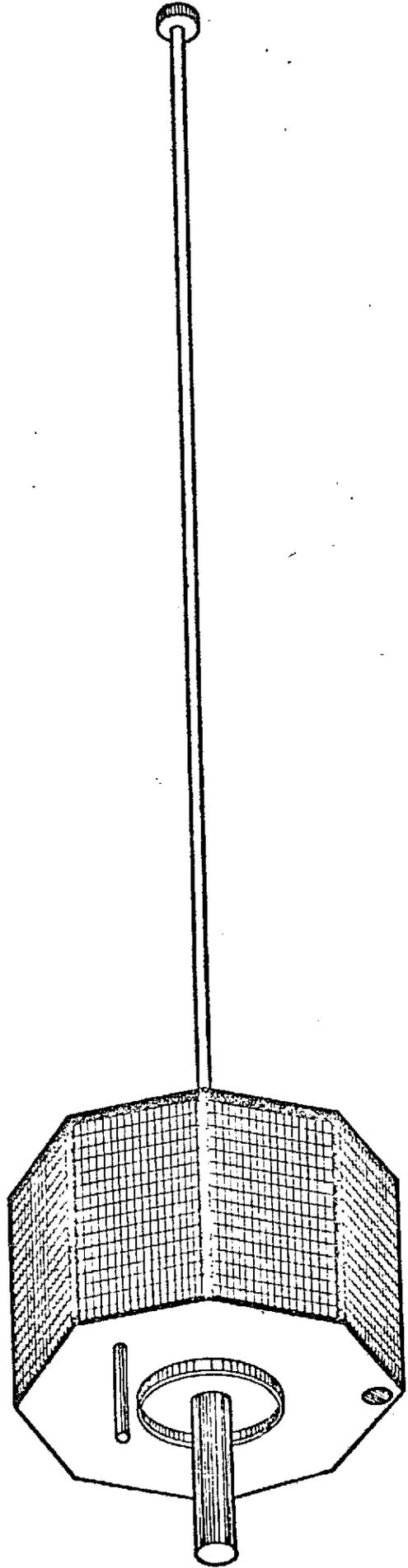


Fig. 2 - Vista do Satélite Brasileiro de Coleta de Dados.

As principais características do sistema PCD-BR serão as seguintes:

- as plataformas transmitirão aleatoriamente como no sistema ARGOS;
- o formato do sinal será compatível com o sistema ARGOS;
- o equipamento de bordo será um transpônder como no sistema GOES;
- a recepção de uma plataforma só ocorrerá quando ela e a estação receptora estiverem sob visibilidade do satélite;
- a capacidade total do sistema será superior a 5 000 plataformas instaladas no Brasil.

CONCLUSÃO

O sistema GOES de coleta de dados tem maior aplicação no monitoramento de fenômenos que demandem informações em tempo real ou detecção de uma condição de alarme, como por exemplo, incêndio em florestas ou elevação de nível de rio a montante de uma barragem. Ele comporta mensagens longas até 3 000 bits e permite o uso de plataformas interrogáveis.

O Sistema ARGOS é o único que pode localizar plataformas móveis, sendo, portanto, insubstituível nas aplicações em bóias oceânicas à deriva. Permite uma cobertura global, inclusive nos pólos. As PCDs são de menor custo e de instalação mais simples.

Os usuários no Brasil podem optar por um sistema ou outro.

COBAE está assinando um convênio com o NESS para a utilização do Sistema GOES. O INPE estabeleceu com o CNES um convênio para a operação da rede piloto de dez PCDs/ARGOS e possui estações receptoras para ambos os sistemas.

REFERÊNCIAS

- CARTER, W.D., PAULSON, R.W., (1979), Introduction to Monitoring Dynamic Environmental Phenomena of the World Using Satellite Data Collection Systems, 1978. Reston, U. S. G. S., 21 p (Geological Survey Circular 803).
- HALLIDAY, R. A., 1978, A Plan for the Collection and Transmission of Hydrometeorological Data in the Brazilian Amazon Basin, Geneva, WMO - UNDP, (BRA 372/010/).
- , 1978, Princípios de Telemetria Hidrológica. In Atas do Seminário de Telemetria Hidrológica, Belém, SUDAM - Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia, p. 35-52.
- , 1978, Telemetria de Satélite. In Atas do Seminário de Telemetria Hidrológica, Belém, SUDAM - Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia, p. 109-121.
- TAILLADE - CARRIERE, M, 1979. Satellite Data Collection Systems - Hydrologic Application. Toulouse, CNES, Service ARGOS, 26 p.
- OLIVEIRA, J. R., MEIRA FILHO, L. G., 1978, Satélites Utilizados na Transmissão de Dados. In Atas do Seminário de Telemetria Hidrológica, Belém, SUDAM - Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia, p. 55-79.

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, 1981, I Seminário de Usuários do Sistema Nacional de Coleta de Dados. Anais do Seminário havido em São José dos Campos, SP., 28 a 30 de maio de 1980. São José dos Campos, S.P., 267 p. INPE - 2168 - RPE/384.