

V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO  
TELETRANSMISSÃO DE DADOS HIDROLÓGICOS  
USO DE SATÉLITES DE ÓRBITA POLAR

LECY JOSÉ CLAUDINO

Eng<sup>o</sup> Eletricista - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - Divisão de Controle de Recursos Hídricos - Brasília - DF.  
SRTVS - Ed. Palácio do Rádio, Bloco I - sala 311 - CEP 70.330

RESUMO

Este trabalho apresenta as características do Sistema Argos para coleta de dados de estações hidrometeorológicas. Apresenta a rede de plataformas instalada pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica na Bacia Amazônica, os resultados obtidos e as possibilidades futuras do sistema no Brasil.

ABSTRACT

This document presents the characteristics of the Argos System utilized to collect information from the hydrological data stations. It presents the PCD's network by DNAEE in Amazon Basin and the possibility of continuity of it in Brazil.

1. Introdução

A utilização de satélites de órbita polar para obtenção de dados e localização de plataformas surgiu do interesse do CNES (Centre National d'Etudes Spatiales - França) da NASA (National Aeronautics and Space Administration) e da NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration - USA) em criar um sistema operacional e de baixo custo com este fim.

Em 1974 foi assinado um acordo entre as três instituições acima citadas surgindo assim o Sistema ARGOS de coleta de dados e localização, com duração prevista enquanto durar o programa TIROS/N-NOAA de satélites. Este programa deverá manter até o início do terceiro milênio, no mínimo dois satélites em órbita.

2. Características do Sistema ARGOS

2.1 Satélites

O Sistema ARGOS funciona apoiado nos satélites da família TIROS/N, operados pela NOAA, que mantem simultaneamente dois satélites em órbita polar de baixa altitude (830 e 870 Km). A bordo dos satélites está o Sistema de Localização e Coleta de Dados (SLCD).

Os SLCDs dos satélites são equipados com transceptores que captam as mensagens transmitidas pelas PCDs situadas em seu campo de visão, processam os dados e os retransmitem para o(s) Centro(s) de Recepção.

Os satélites se mantem em órbitas polar heliossíncrona, com passagens sobre o mesmo ponto geográfico com duração de 6 horas. O campo de visão dos satélites é de 5000 Km e sua periodicidade de 101 minutos. (FIG. 01)

A capacidade total do Sistema é para 4000 PCDs para localização e coleta e até 16000 PCDs se apenas para coleta de dados. Os SLCDs tem capacidade para operar simultaneamente até 230 PCDs para localização e coleta e até 920 PCDs para coleta de dados, desde que estejam em seu campo de cobertura.

Os SLCDs operam com receptores de UHF na frequência de 401,650 MHz e transmissores de VHF em 136,770 e 137,770 MHz e em Banda S na frequência de 1968 MHz.

2.2 Plataformas de Coleta de Dados

As Plataformas de coleta de dados (PCD) do Sistema ARGOS transmitem continuamente, independente de interrogação

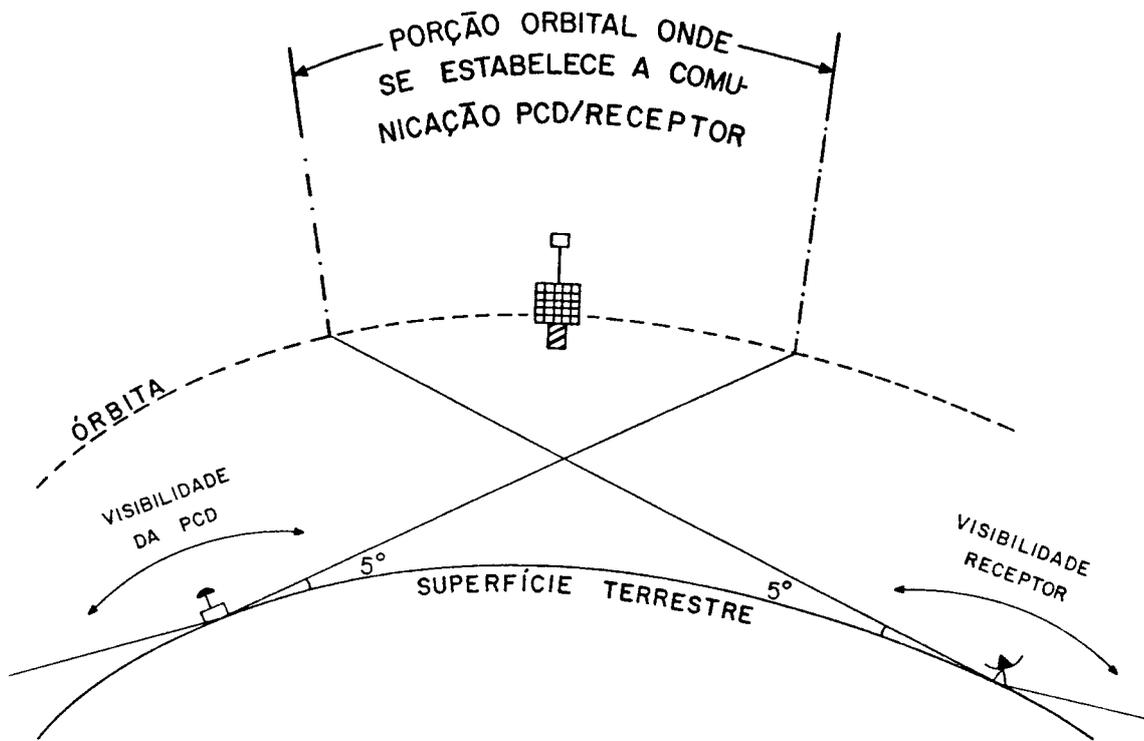


FIG. 01  
CAMPO DE VISIBILIDADE COMUM

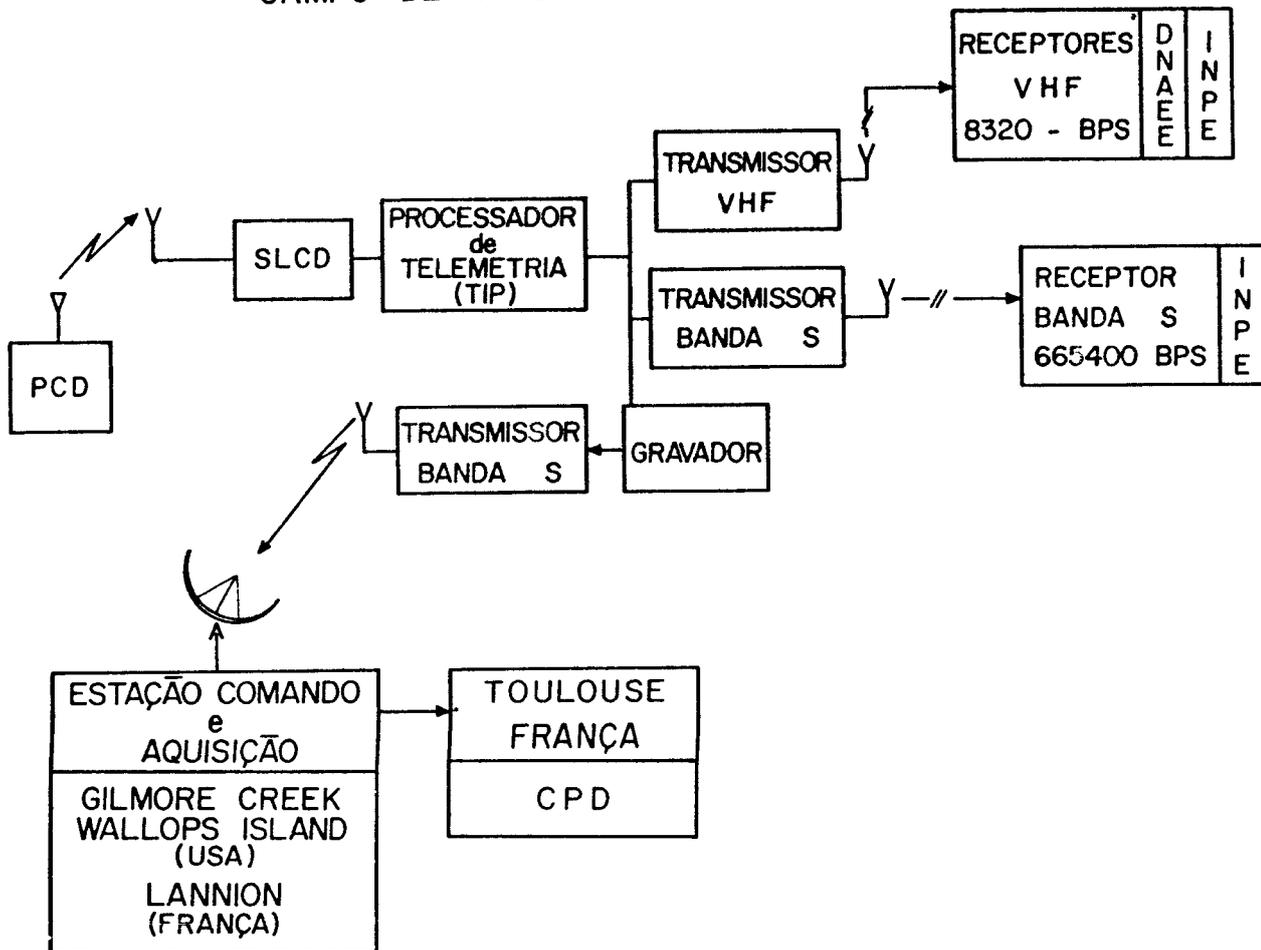


FIG. 02  
DIAGRAMA FUNCIONAL SISTEMA ARGOS

dos satélites. A recepção da mensagem, portanto, depende somente de a PCD estar no campo de visão do satélite.

Todas as PCDs transmitem na mesma frequência de 401,650 MHz em intervalos de 100 a 200 segundos. A mensagem emitida tem duração entre 360 e 920 milissegundos, dependendo do seu comprimento.

Admitindo até 16 sensores, as plataformas são formadas de: emissor, interface, antena e alimentação. As PCDs ARGOS por serem de instalação simples, baixo consumo e manutenção simplificada, além de apresentarem grande portabilidade, são indicadas para coleta de dados hidrometeorológicos de locais remotos e de difícil acesso.

### 2.3 Centros de Recepção e Tratamento

Toda vez que um dos satélites tem visibilidade de um dos centros de recepção, as informações registradas são transmitidas. Após a recepção os dados são enviados ao centro de tratamento ARGOS em Toulouse (França), onde os códigos numéricos recebidos são transformados em grandezas definidas e posteriormente enviados aos usuários. Os usuários escolhem a forma de recebimento dos dados, podendo optar pelo GTS (Global Telecommunication System), telex, telefonia ou Transpac.

Além deste método, o usuário pode optar por um centro de recepção próprio, podendo receber as mensagens diretamente dos satélites através de Banda S ou por uma pequena central de VHF com antena fixa. Podemos citar como exemplos desta opção no Brasil, o INPE que utiliza as duas centrais e o DNAEE que utiliza uma central VHF. (FIG. 02)

### 3. Objetivos do DNAEE

O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, órgão de Administração Direta, vinculado ao Ministério das Minas e Energia, tem entre outras, a função de planejar, coordenar e desenvolver estudos hidrológicos em todo o território nacional. Este trabalho é realizado pela Divisão de Controle de Recursos Hídricos, que tem se preocupado permanentemente em modernizar as técnicas de medição e obtenção de dados hidrológicos provenientes de sua vasta rede de estações que cobre toda extensão territorial do país.

Foi com este pensamento que o DNAEE começou em 1981 a realizar estudos na área de obtenção de dados em tempo real, analisando as tecnologias existentes tanto no Brasil como no exterior.

Conhecedor da experiência francesa nesta técnica o DNAEE conseguiu, através de um convênio de cooperação técnica existente entre o CNPq e a ORSTOM, a vinda ao Brasil de um "expert" na área polar e aqui realizar testes com equipamentos gentilmente cedidos pelo convênio.

Deste esforço inicial resultou a implantação de uma rede de plataformas de coleta de dados (PCD's) que será apretnada no decorrer deste trabalho.

### 4. Experiências Realizadas no Brasil

Em 1982 foram trazidas para o Brasil duas PCDs, sendo uma delas instalada no posto hidrométrico de Resende, na Bacia do Rio Paraíba do Sul (RJ) e outra na estação de Boa Vista (RR) na Bacia Amazônica. Foi instalada uma central de recepção (VHF) na sede do DNAEE/DCRH em Brasília. (FIG. 03)

Os resultados dessas experiências foram considerados favoráveis às necessidades do DNAEE. Em face destes resultados o DNAEE apresentou ao Governo Francês um pedido de cooperação técnica para instalação de uma rede de plataformas na Bacia Amazônica, recebendo resposta positiva, sendo que aquele Governo, através do ORSTOM, doou 23 PCDs completas, uma central de recepção direta VHF e manteve no Brasil um consultor permanente durante toda a fase de instalação.

### 5. Rede de PCDs da Amazônia

A Bacia Amazônica com uma área de 3.700.000 Km<sup>2</sup>, é uma região ainda pouco explorada e portanto apresenta locais remotos e de difícil acesso que são de grande importância no controle dos recursos hídricos daquela que é a maior bacia fluvial do mundo.

A operação da rede hidrológica da Amazônia consome em torno de 60% dos recursos do DNAEE. Estas dificuldades na obtenção dos dados e seu alto custo obrigou ao DNAEE a instalar uma rede de teletransmissão que permitisse obter dados mais confiáveis e em tempo real.

Desde 1986 a rede foi considerada operacional, com 20 PCDs transmitindo

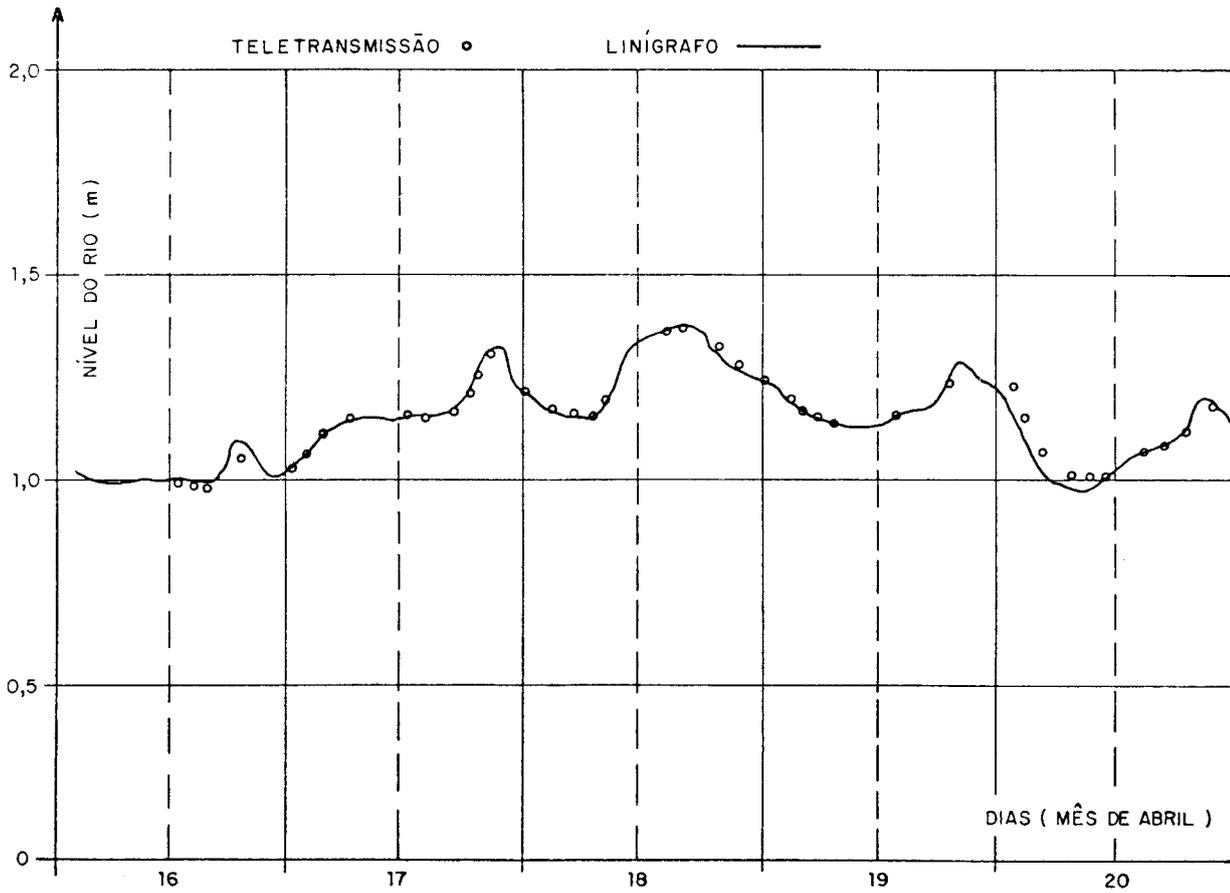


FIG. 03  
LINIGRAMA DE RESENDE (EXPERIÊNCIA INICIAL)

dados de nível dos rios para uma central instalada na sede do DNAEE em Brasília. Todas as plataformas instaladas, apresentam capacidade para sensores de nível e precipitação, sendo que somente agora os de pluviometria estão sendo instalados. (FIG. 04)

Podemos classificar as PCDs instaladas na Amazônia em dois tipos: PCDs automáticas e manuais. Ambas prescindem do observador para a transmissão dos dados, mas em virtude de dificuldades para instalação de sensores de nível em alguns postos, estes foram substituídos por um teclado, através do qual um observador introduz o valor lido em escalas limnométricas instaladas na margem do rio.

Os sensores de nível usados são do tipo boia-contrapeso (linígrafo Leupold-Stevens mod. A71) e os de pluviometria são do tipo basculante.

### 5.1 Características das PCDs Utilizadas

Todas as estações da Amazônia estão equipadas com PCDs ARGOS fabricadas pela sociedade CEIS-Espace com sede em Toulouse - França. O emissor é do tipo não localizável e a interface usada permite a medição dos seguintes parâmetros:

- limnometria: entrada em paralelo, 16 bits;
- controle da tensão de alimentação : 1 bit;
- 3 bits de controle (0 se  $V < 0,5$  e 1 se  $3,5 < V < 6$ );
- pluviometria: entrada de pulsos gerados por pluviômetro do tipo basculante com totalização acumulada de 0 a 4095 (a 4096ª zero o totalizador, 12 bits).

A potência da PCD é de 50 mW e a alimentação usada é de 18 Volts, conseguida através da associação série/paralelo de 9 pilhas secas de 6 Volts (Ray-O-Vac nr. 941).

A antena utilizada é do tipo dipolo, fabricada pela CIT-Alcatel.

### 5.2 Estações

(Vide Fig. 05)

### 5.3 Central de Recepção Direta

A central de recepção direta que recebe as mensagens das plataformas

instaladas na Bacia Amazônica está localizada na sede do DNAEE em Brasília.

Fisicamente a central apresenta uma parte externa que é a antena fixa e seu pré-amplificador e uma parte interna formada pelo receptor, sincronizador e computador.

O software utilizado admite um bom diálogo homem-máquina, permitindo ao operador atualizar e/ou modificar parâmetros que regem os tratamentos a serem realizados com as mensagens recebidas.

O micro possui duas unidades de discos flexíveis e uma impressora com console. Além da saída para impressora, a central possui uma saída do tipo RS 232C para comunicação com computador de grande porte.

## 6. Tratamento dos Dados

Diariamente os dados recebidos são verificados e corrigidos, confirmados ou eliminados. Após este tratamento são criados arquivos para utilização imediata dos dados, com emissão de relatórios a cada dez dias e gráficos a cada trinta dias. Posteriormente estes arquivos são introduzidos no banco de dados do Sistema de Informações Hidrometeorológicas (SIH) da DCRH. (FIG.06)

## 7. Estatísticas

### 7.1 Número de Passagens por dia

O número médio de mensagens recebidas de cada PCD por dia é de 4 (quatro). A central detecta em média 7 (sete) passagens dos satélites por dia, emitindo relatório destas passagens mesmo se não houve recebimento de dados das PCDs. (FIG. 07)

### 7.2 Erros de Transmissão

3% das mensagens recebidas apresentam erro de transmissão. Estes erros são facilmente eliminados, principalmente se ocorre uma repetição da mensagem na mesma passagem. No caso de ter havido uma única mensagem o técnico encarregado da valiação vai decidir, por comparação com dados das passagens anteriores e posteriores, sobre a correção ou eliminação do mesmo.

As figuras 08 e 09 apresentam graficamente estas estatísticas.

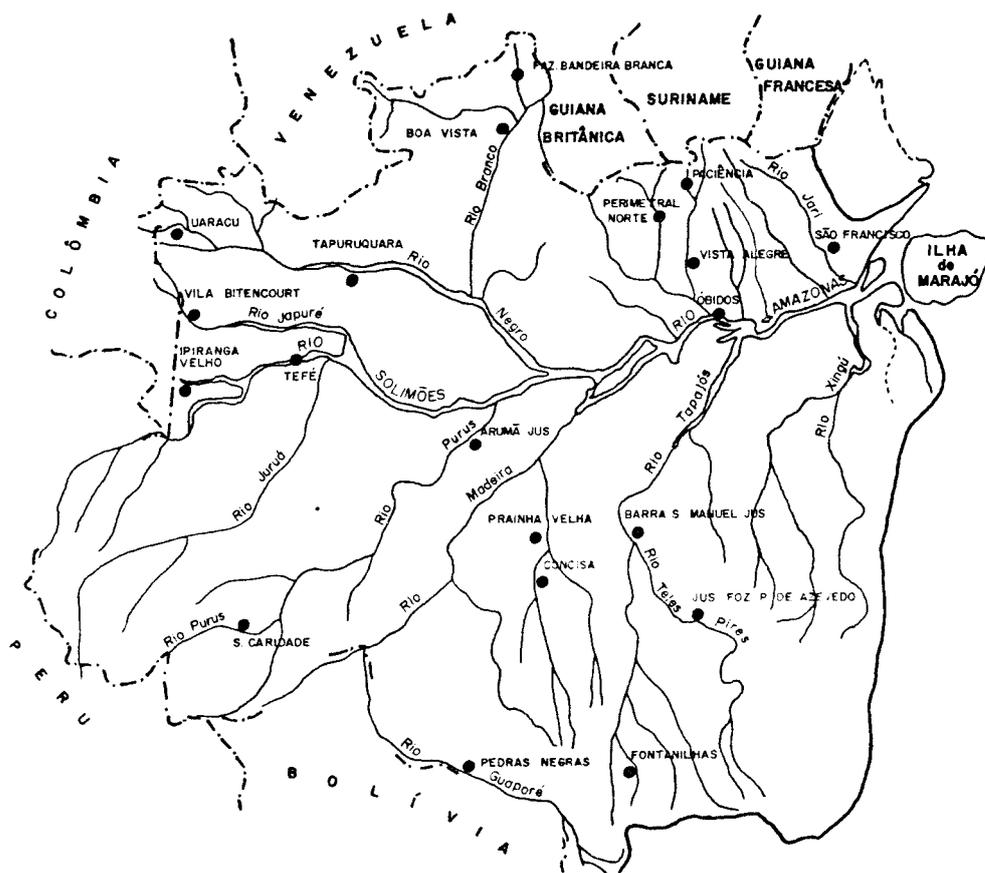


FIG. 04  
 MAPA DA REDE DE PCDs DA BACIA AMAZÔNICA

ESTACAO	RIO	LAT	LONG	DISTANCIA DE BRASILIA Km	TIPO
FAZ. BANDEIRA BRANCA	Cotingo	05 02N	60 30	2702	A
BOA VISTA	Branco	02 49N	60 40	2503	A
PACIENCIA	Erepecuru	00 20S	55 58	2123	A
PERIMETRAL NORTE	Trombetas	00 39N	56 52	1950	A
VISTA ALEGRE	Paru	01 03S	56 04	1870	A
OBIDOS	Amazonas	01 54S	55 03	1755	A
SAO FRANCISCO	Jari	00 41S	52 33	2837	A
ARUANA	Araguaia	14 49S	51 10	367	A
IPIRANGA VELHO	Ica	02 59S	69 35	2770	M
VILA BITTENCOURT	Japura	01 24S	69 25	2854	M
SERINGAL CARIDADE	Purus	09 02S	68 34	2365	M
ARUMA JUSANTE	Purus	04 41S	62 07	1985	M
UARACU	Uaupes	00 33N	69 10	2964	M
TAPURUQUARA	Negro	00 24S	65 02	2525	M
PEDRAS NEGRAS	Guapore	12 50S	62 56	1652	M
CONCISA	Roosevelt	09 43S	60 35	1532	M
PRAINHA VELHA	Aripuana	07 15S	60 24	1660	M
FONTANILHAS	Juruena	11 25S	58 39	1259	M
FOZ P. AZEVEDO	T. Pires	09 38S	56 15	1135	M
BARRA S. MANUEL	Tapajos	07 19S	58 05	1455	M

Tipos : A - sensor de nivel (linigrafo)  
 M - teclado manual (observador)

FIG. 05

TELETRANSMISSÃO PARA O SISTEMA ARGOS

=====

DADOS DO REDE DA AMAZONIA

RIO PURUS

ESTACAO DE SERINGAL CARIDADE

BALIZA NUMERO 9612

ANO : 1988

TECLADO

(NIVEL EM CM)

DIA 1 DE AGOSTO

AS HORAS 5.4 NIVEL = 326 N.MESS= 1

AS HORAS 19.42 NIVEL = 326 N.MESS= 1

DIA 2 DE AGOSTO

AS HORAS 4.44 NIVEL = 326 N.MESS= 2

AS HORAS 21.2 NIVEL = 324 N.MESS= 1

DIA 3 DE AGOSTO

AS HORAS 4.42 NIVEL = 324 N.MESS= 2

AS HORAS 8.8 NIVEL = 324 N.MESS= 1

AS HORAS 20.38 NIVEL = 324 N.MESS= 2

DIA 4 DE AGOSTO

AS HORAS 4.23 NIVEL = 322 N.MESS= 4

AS HORAS 7.47 NIVEL = 322 N.MESS= 1

DIA 5 DE AGOSTO

AS HORAS 4.13 NIVEL = 321 N.MESS= 2

AS HORAS 19.54 NIVEL = 321 N.MESS= 3

DIA 6 DE AGOSTO

AS HORAS 4.3 NIVEL = 321 N.MESS= 3

AS HORAS 8.4 NIVEL = 320 N.MESS= 1

AS HORAS 16.41 NIVEL = 320 N.MESS= 2

DIA 7 DE AGOSTO

AS HORAS 3.52 NIVEL = 319 N.MESS= 2

AS HORAS 8.21 NIVEL = 318 N.MESS= 3

AS HORAS 16.23 NIVEL = 318 N.MESS= 3

AS HORAS 20.51 NIVEL = 317 N.MESS= 1

DIA 8 DE AGOSTO

AS HORAS 3.45 NIVEL = 317 N.MESS= 1

DIA 9 DE AGOSTO

AS HORAS 19.3 NIVEL = 315 N.MESS= 2

AS HORAS 20.3 NIVEL = 314 N.MESS= 3

DIA 10 DE AGOSTO

AS HORAS 5.1 NIVEL = 314 N.MESS= 1

AS HORAS 19.43 NIVEL = 313 N.MESS= 1

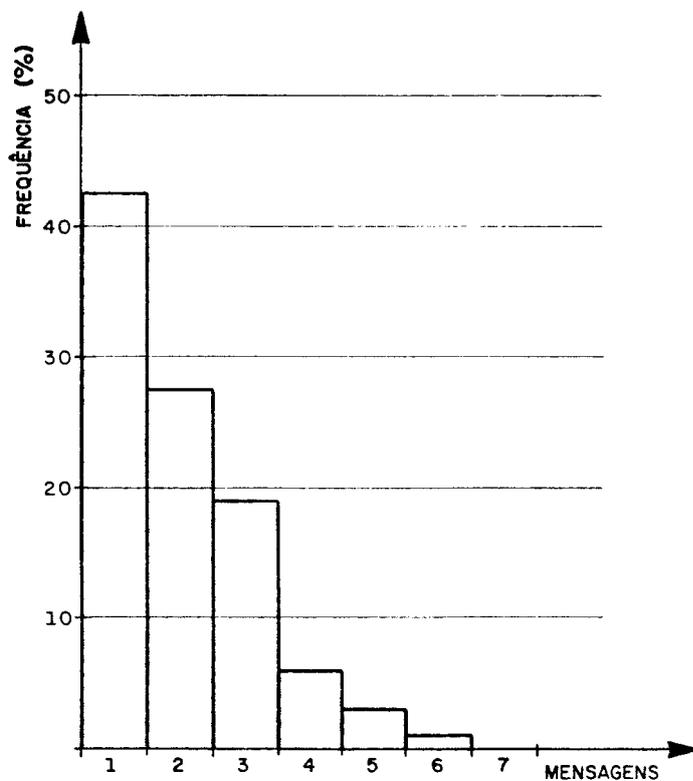
AS HORAS 21.22 NIVEL = 313 N.MESS= 1

\*EF\*\*

FIG. 06  
DADOS APÓS TRATAMENTO/VALIDAÇÃO

LATITUDE	VISIBILIDADE ACUMULADA NAS 24 HORAS	NÚMERO DE PASSAGENS 24 HORAS			DURAÇÃO MÉDIA PASSAGEM
		MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	
0°	80 minutos	6	7	8	10 min.
15°	88 minutos	8	8	9	
30°	100 minutos	8	9	12	
45°	128 minutos	10	11	12	
55°	170 minutos	16	16	18	
65°	246 minutos	21	22	23	
75°	322 minutos	28	28	28	
90°	384 minutos	28	28	28	

FIG. 07  
VISIBILIDADE DO SATÉLITE EM RELAÇÃO À LATITUDE DA PCD



NÚMERO DE MENSAGENS DE UMA MESMA PCD RECEBIDAS DURANTE UMA PASSAGEM.

FIG. 08

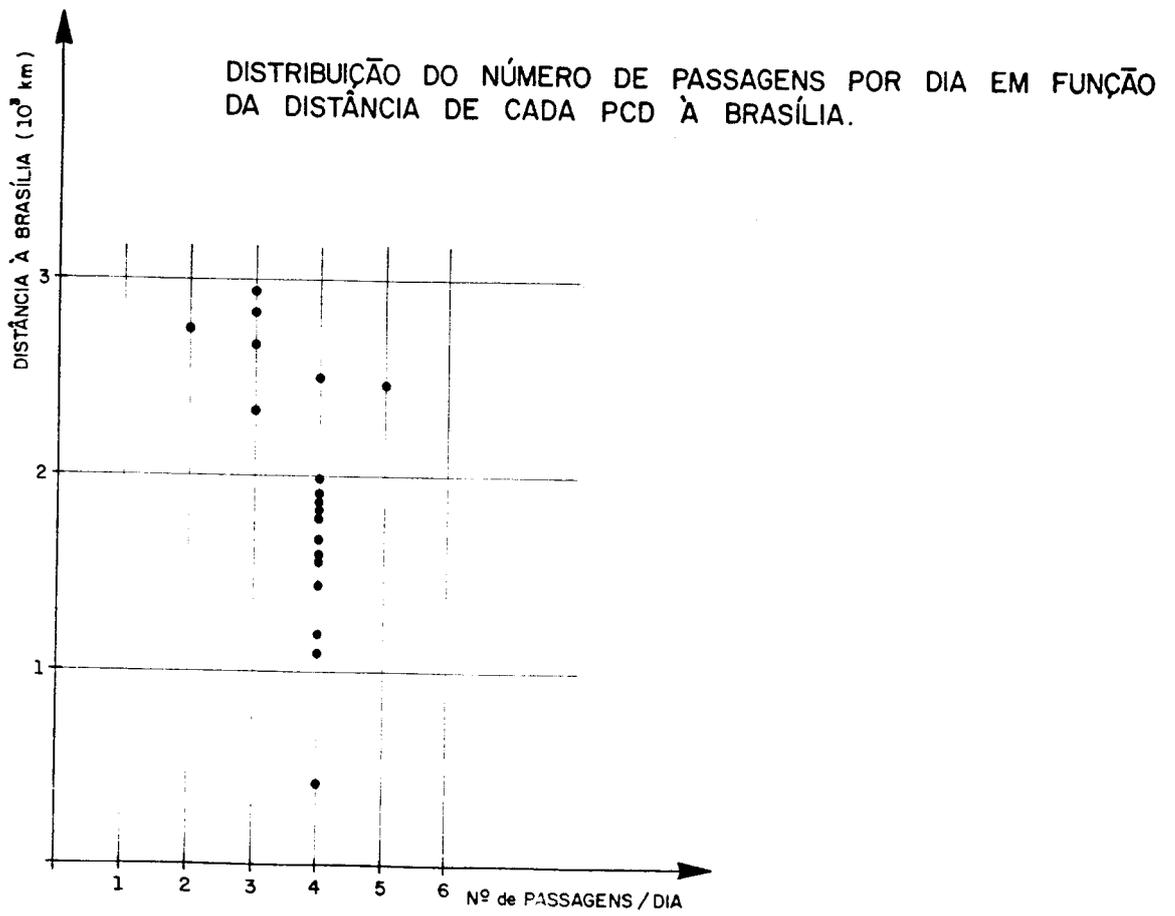


FIG. 09

## 8. Expectativas Futuras

A Rede Telemétrica da Amazônia tem apresentado ótimos resultados tanto do ponto de vista técnico como econômico. Estes resultados tem incentivado o DNAEE a continuar seus esforços no sentido de ampliar essa rede e possivelmente no futuro estender esta técnica a outras bacias hidrográficas.

O DNAEE em reunião com três outras grandes entidades nacionais: INPE, ELETRONORTE e INEMET, vem desenvolvendo um projeto de ampliação da rede de PCDs da Amazônia, ao mesmo tempo que deverá capacitar as plataformas do DNAEE a funcionarem com sua capacidade máxima, ou seja, transformá-las de dois para dezesseis parâmetros, ampliando sua mensagem de 32 para 256 bits.

As plataformas do Sistema ARGOS são compatíveis com os satélites da Missão Espacial Completa Brasileira, justificando assim o empenho de empresas nacionais no desenvolvimento das mesmas. Podemos contar para o futuro, mesmo com o encerramento do programa TIROS/NOAA com um sistema confiável e de baixo custo para a teletransmissão de dados hidrometeorológicos, e com todos os seus equipamentos fabricados no Brasil.

## 9. Referências Bibliográficas

Callède, J.; Emploi des satellites à orbite polaire pour la collecte des mesures effectuées aux stations hydrométéorologiques : bilan de quatre années d'utilisation, IAHS, Publ. no. 145, 1983

Callède, J.; Claudino, L. J.; Fonseca, V.; Transmission par satellite des hauteurs d'eau de l'Amazone et de ses affluents, Hydrologie Continentale, Vol. 1,(2):95-110, 1986.

Bessis, J. L.; Rappel sur le Systeme Argos, Conférence utilisateurs Argos, Vol. 1, 3-10, 1982.

ORSTOM, Emploi d'une antenne fixe pour la reception des satellites du Systeme Argos.

Motta, A. G.; Almeida, F. C.; Molion, L. C. B.; Barbosa, M. N.; Carvalho, P. R. A.; O programa Nacional de

Plataformas de Coleta de Dados. Infor  
mações técnicas aos usuários, INPE  
3137-NTE/219; 38 p.p., 1984.